



СГУГиТ

СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Вестник СГУГиТ

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Вып. 3 (31). 2015

Главный редактор

А. П. Карпик

Редакционная коллегия:

К. С. Байков

В. Б. Жарников

(зам. главного редактора)

И. Г. Журкин

А. И. Каленицкий

Д. А. Ламерт

И. В. Лесных

Д. В. Лисицкий

А. А. Майоров

В. Н. Москвин

В. Н. Опарин

В. П. Савиных

Г. А. Сапожников

В. А. Середович

В. Ю. Тимофеев

Л. К. Трубина

А. Г. Чибуничев

В. Я. Черепанов

Т. А. Широкова

В. Б. Шлишевский

Х. К. Ямбаев

До 2015 г. журнал выходил
под названием
«Вестник СГГА»

Перепечатка материалов,
опубликованных в журнале
«Вестник СГУГиТ»,
допускается по согласованию
с редакцией

© СГУГиТ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

Б. Т. Мазуров. Аппроксимация гравитационного влияния локального рельефа с использованием некоторых аналитических моделей и метода конечных элементов 5

В. А. Хамедов, Б. Т. Мазуров. Разработка методических вопросов создания системы спутникового мониторинга состояния лесных экосистем в условиях воздействия нефтегазового комплекса территории Западной Сибири..... 16

А. В. Елагин, И. Е. Дорогова. Оценка влияния релятивистских эффектов на траекторию движения искусственных спутников Земли 32

Ю. В. Дементьев, А. И. Каленицкий, А. В. Мареев. Влияние водных масс промежуточного слоя Земли на значение силы тяжести 40

Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова, В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Н. С. Косарев, А. М. Косарева. Одномерное сферическое преобразование Фурье и его реализация для расчета глобальной модели квазигеоида в нулевом приближении теории Молоденского..... 45

В. Ф. Канушин, А. П. Карпик, Д. Н. Голдобин, И. Г. Ганагина, Е. Г. Гиенко, Н. С. Косарев. Определение разности потенциалов силы тяжести и высот в геодезии посредством гравиметрических и спутниковых измерений 53

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ

А. Ю. Белонос, А. И. Каленицкий. Верификация материалов дистанционного зондирования Земли для оценки нефтегазоносности малоизученных и малоперспективных территорий (на примере Курганской области) 70

Свидетельство**о регистрации**

ПИ № ФС 77-62654
от 10.08.2015

Подписные индексы**в каталогах:**

«Пресса России» – 43809
Электронный каталог
«Российская периодика»
(www.ideg.ru) – 43809э

Журнал включен
в Российский индекс
научного цитирования
(РИНЦ)

**Технический редактор
журнала**

А. В. Конева

Адрес редакции:

630108, Новосибирск,
ул. Плахотного, 10, к. 436
E-mail: vestnik@ssga.ru
Тел. (383)361-06-55
http://vestnik.ssga.ru

**Перевод на английский
язык**

Д. В. Романова

Редактор

Е. К. Деханова

Компьютерная верстка

Н. Ю. Леоновой
К. В. Ионко

Подписано в печать
30.09.2015.

Формат 70 × 100 1/16.

Усл. печ. л. 15,08.

Тираж 1 000 экз. Заказ 201.

Редакционно-издательский
отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск,
ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной
лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск,
ул. Плахотного, 10.

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

О. Н. Николаева. Использование картографических моделей природных ресурсов на различных этапах ведения рационального природопользования 79

Нуен Ань Тай. Картографический метод преобразования двухмерной карты в трехмерную с помощью ГИС-технологии 87

**ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР
И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**

А. К. Зубенко, Ю. В. Касаткин. Особенности землеустроительных работ в отношении границ особо охраняемых природных территорий 98

**ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ
И КОМПЛЕКСЫ**

И. О. Михайлов, С. М. Чурилов, В. Б. Шлишевский. Некоторые особенности сборки и юстировки линзовых оптических систем с жидкостными компонентами 106

И. В. Минин, О. В. Минин. Фотонная струя с эффектом двулучепреломления на основе фотонного кристалла 117

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

А. Н. Шадринцева. Развитие института государственно-частного партнерства в сфере повышения качества рабочей силы и содействие занятости населения 122

О. В. Титова. Комплексная оценка эффективности инновационного проекта 129

Л. В. Воронина, А. А. Сергеев. Климат и экономика на современном этапе развития мирового хозяйства 137

ОБРАЗОВАНИЕ

Е. В. Душинина. О преимуществах использования цифровых видеоматериалов на занятиях по иностранному языку .. 146

В. Н. Москвин. Перспективы использования интеллектуальной собственности при подготовке кандидатских и магистерских диссертаций по направлению «Землеустройство и кадастры» 151

**МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев. Концепции и общая информационная основа эволюционирующей материи 159

ХРОНИКА

Хроника событий и памятные даты СГУГиТ 170

Юбилейные даты 184



SSUGT
SIBERIAN STATE
UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS
AND TECHNOLOGIES

Vestnik SSUGT

Scientific magazin
Published since 1996
Issued 4 times a year

Issue 3 (31). 2015

Chief editor:

A. P. Karpik

Editorial team:

K. S. Bajkov

V. B. Zharnikov

(Assistant chief editor)

I. G. Zhurkin

A. I. Kalenickij

D. A. Lamert

I. V. Lesnyh

D. V. Lisickij

A. A. Majorov

V. N. Moskvina

V. N. Oparin

V. P. Savinyh

G. A. Sapozhnikov

V. A. Seredovich

V. Ju. Timofeev

L. K. Trubina

A. G. Chibunichev

V. Ja. Cherepanov

T. A. Shirokova

V. B. Shlishevskij

H. K. Jambaev

Before 2015 г. Magazine
was published under the name
«Vestnik SSGA»

Duplication of materials
published in the magazine
«Vestnik SSUGT» is forbidden,
unless agreed with editors

© SSUGT, 2015

CONTENTS

GEODESY AND MINE SURVEY

- B. T. Mazurov.* Approximation gravitational influence local relief using some analytical models and finite element method..... 5
- V. A. Khamedov, B. T. Mazurov.* Development of methodological problems of creating satellite monitoring of forest ecosystems under the impact oil and gas sector of West Siberia 16
- A. V. Elagin, I. E. Dorogova.* Influence of the relativistic effects on the trajectory of artificial Earth satellites 32
- Yu. V. Dementiev, A. I. Kalenitsky, A. V. Mareev.* Gravitational correction for the influence of water masses of the intermediate layer..... 40
- D. N. Goldobin, E. M. Mazurova, V. F. Kanushin, I. G. Ganagina, N. S. Kosarev, A. M. Kosareva.* One-dimensional spherical Fourier transformation and its implementation for the calculation of the global model quasigeoid with accuracy of the zero approach of Molodensky's theory..... 45
- V. F. Kanushin, A. P. Karpik, D. N. Goldobin, I. G. Ganagina, E. G. Gienko, N. S. Kosarev.* The definition of gravity potential and heights differences in geodesy by gravimetric and satellite measurements 53

REMOTE SENSING, PHOTOGRAMMETRY

- A. Y. Belonosov, A. I. Kalenitsky.* Verification of remote sensing to assess the petroleum potential poorly known and unpromising areas (for example, the Kurgan region) 70

CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

- O. N. Nikolayeva.* Application of cartographic models of natural resources at different stages of environmental management 79
- Nguen An Taj.* Cartographic method of 2-dimension map transformation into 3 – dimension map with the help of GIS-technology 87

Registration certificate

ПИ № ФС 77-62654
от 10.08.2015

**Subscription indexes
in catalogues:**

«Russian press» – 43809
Electronic catalogue
«Russian periodicals»
(www.ideg.ru) – 43809э

Magazine included in Russian
Science Citation Index (RSCI)

Layout editor of magazine

A. V. Koneva

Reduction address:

630108, Novosibirsk,
10 Plakhotnogo St., r. 436
E-mail: vestnik@ssga.ru
Tel. (383)361-06-55
http://vestnik.ssga.ru

English translation

D. V. Romanov

Editor

E. K. Dehanova

Desktop publishing

N. Ju. Leonova
K. V. Ionko

Signed to print 30.09.2015.
Format 70 × 100 1/16.
Conv. pr. sheets 15,08.
Circulation 1 000 copies.
Order 201.

Printing and publication
department SSUGT
630108, Novosibirsk,
10 Plakhotnogo St.

Printed in map printing
laboratory SSUGT
630108, Novosibirsk,
10 Plakhotnogo St.

**LAND MANAGEMENT, CADASTRE
AND LAND MONITORING**

A. K. Zubenko, Yu. V. Kasatkin. Features of land-
management activities upon the borders of specially protect-
ed natural territories 98

**OPTICS, OPTICAL AND ELECTRONIC DEVICES AND
COMPLEXES**

I. O. Mikhailov, S. M. Churilov, V. B. Shlishevsky. Some
peculiarities of assembly and alignment of lens optical sys-
tems with liquid components 106

I. V. Minin, O. V. Minin. Photonic jet with birefringent ef-
fect based on photonic crystal 117

**ECONOMICS AND MANAGEMENT
OF NATIONAL ECONOMY**

A. N. Shadrintseva. Development institute of public-private
partnership in the field of improving the quality of labor
and employment assistance 122

O. V. Titova. Complex estimation of efficiency innovation
project 129

L. V. Voronina, A. A. Sergeev. Climat and economics in the
modern stage of worldwide economy development..... 137

EDUCATION

E. V. Dushinina. Advantages of digital video implementa-
tion at the foreign language lessons 146

V. N. Moskvina. Prospects for the use of intellectual property
in the preparation of phd and master theses
in the field of «Land management and cadastre»..... 151

**METHODOLOGY AND ORGANIZATION
OF SCIENTIFIC RESEARCHES**

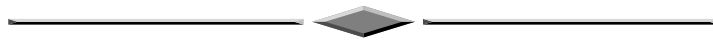
Yu. S. Larionov, N. A. Yaroslavtsev. Conceptions and gener-
al information base of evolving matter 159

CHRONICLE

Chronicle of events and memorials SSUGT 170

Anniversaries..... 184

ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ



УДК 622.2:528.061.4

АППРОКСИМАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНОГО РЕЛЬЕФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕКОТОРЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Борис Тимофеевич Мазуров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Определение поля силы тяжести, его трансформант не является тривиальной задачей. Для ее решения возможно сочетание аналитических описаний некоторых элементарных пространственных тел с конечно-элементным разбиением рельефа. Здесь описаны некоторые возможные к практическому использованию аналитические модели. А именно, кроме традиционных точечных представлений масс, качество аппроксимации может быть улучшено использованием в качестве конечных элементов параллелепипедов и цифровых моделей рельефа. Данный способ позволяет более детально описывать гравитационное влияние локального рельефа.

Ключевые слова: сила тяжести, аналитические модели, конечные элементы.

APPROXIMATION GRAVITATIONAL INFLUENCE LOCAL RELIEF USING SOME ANALYTICAL MODELS AND FINITE ELEMENT METHOD

Boris T. Mazurov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Gravity field definition, it is not trivial to transformant. To solve the combination of analytical descriptions of some elementary spatial solids with finite-element partitioning. Here are some possible practical use of analytical models. Namely, in addition to traditional bitmap representations of mass quality of approximation can be improved using a finite-element boxes and digital elevation models. This method allows more detail to describe the gravitational influence of the local topography.

Key words: gravity, analytical models, finite element.

Для обеспечения желательной корректной интерпретации геодезических наблюдений необходимо отталкиваться от фундаментальной научной основы, как это представлено в [1]. Желание качественного и более точного количественного понимания меняющихся со временем окружающих Землю физических полей – это многие века главная составляющая часть парадигмы всех наук о Земле. Главная преследуемая исследователями цель – прогнозирование такой сложной природно-технической системы, какой является земной приповерхностный слой в сочетании с находящимися на поверхности и в недрах объектами, имеющими техногенное происхождение. Самым логичным методом прогнозирования по количественным данным является математическое моделирование. Корректно выполненная процедура моделирования с учетом статистических свойств комплексных геодезических и геофизических измерений и предположений о физической природе изменений геодинамических объектов и их напряженно-деформированного состояния делает более обоснованным прогноз природных и техногенных катастроф [2].

Поиски эффективных методов моделирования – объективная особенность человеческого познания окружающего мира, имеющая историю в несколько тысячелетий. Галилею принадлежит мысль, что книга Природы написана на языке математики. Современные темпы развития вычислительной техники объективно требуют математической и алгоритмической поддержки востребованных программных продуктов. Для удовлетворения этой технологической потребности ведется глобальная работа. В сфере геоинформатики некоторые математические приложения, алгоритмы предложены в [3–6]. Вопросы математического моделирования и визуализации динамики природных и техногенных объектов решались в работах [7, 8].

Многие науки о Земле используют для решения своих задач данные о поле силы тяжести в глобальном, региональном и локальном масштабах. Достоверные выводы о состоянии поверхностного слоя земной коры гравитационных полей и их динамике необходимы в геодинамике, для поиска предвестников землетрясений [1, 2, 8], вулканизма [9–14] и т. д. Хорошие технологические возможности имеет сочетание гравиметрических исследований с ГНСС-технологиями, имеющими массу положительных свойств. Очень важно выполнять адекватную математическую обработку измерений, которые часто представляют собой длинные пространственно-временные ряды. Для успешного решения задачи мониторинга нужны корректные математические методы обработки данных, алгоритмы. Такими могут быть метод наименьших квадратов, регрессионные модели и нейронные сети. Для достоверного результата исследований необходимо также привлечение аналитических моделей гравитационного влияния тел простой геометрической формы (сфера, цилиндр, призма и т. д.). Добавление метода конечных элементов позволяет получить достаточно точное описание гравитационного поля.

Очень важным объектом исследований как в научном аспекте, так и в практическом является меняющееся гравитационное поле. Приложения полученных

данных о силе тяжести и их интерпретации разнообразны. Например, геодинамические исследования. Значимые вертикальные смещения точек земной поверхности и смещения уровенных поверхностей во времени могут возникать, в частности, при разработке крупных месторождений полезных ископаемых [15]. Перераспределение больших объемов пород и руды вызывает значительное изменение поля силы тяжести, а недоучет влияния перемещаемых масс в результате нивелирования может быть причиной неверного представления о картине вертикальных движений и оказывает влияние на результаты геодезических измерений и определяемые по ним деформации земной поверхности. Понимание локального гравитационного поля и его учет важен при мониторинге вулканизма и корректной интерпретации геодезических наблюдений различного вида [9–14]. Зависимость поправок за плоский и сферический слои в неполной топографической редукции от их толщины и радиуса учитываемой зоны описана в [16, 17].

Определение поля силы тяжести, его трансформант не является тривиальной задачей. Поэтому часто вынужденно для достижения цели делается сочетание аналитических описаний некоторых элементарных пространственных тел с последующим конечно-элементным разбиением сложного элемента рельефа. Многие тела простой формы и постоянной плотности имеют влияние на силу тяготения, выражаемое аналитически в замкнутой форме (в квадратурах). Для шара радиуса R с постоянной плотностью или состоящего из концентрических слоев известна формула

$$\Delta g = \frac{4}{3} \pi G R^3 \Delta \rho \frac{z}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}, \quad (1)$$

где $\Delta \rho$ – разность плотности возмущающего тела и плотности окружающей его среды; G – гравитационная постоянная; x, y, z – координаты центра шара. Часто такие гравитирующие тела называют точечными массами, масконами.

Если гравитирующее тело представлять как бесконечно протяженное в горизонтальной плоскости, то формулы упрощаются. Есть технологическое допущение, что это возможно, когда горизонтальные размеры тела в два раза больше глубины его залегания. Это позволяет использовать аналитически выражаемую модель «бесконечного» плоского слоя. Есть еще примеры аналитического подхода к анализу гравитирующего влияния тел простой формы, например, вертикального цилиндра. Но формула работает только для точек, расположенных на его оси. В случае конуса это также ограничено расположением точки пространства и гравитирующего конуса.

Изучение такой сложной самоорганизующейся природной системы, которой является меняющаяся со временем земная поверхность, – очень актуальная задача геодинамических исследований. Ее успешное решение предполагает комплексность наблюдений различных видов с соответствующей последующей математической обработкой [1, 2, 12]. При решении некоторых задач геодина-

мики, когда интерпретация результатов наблюдений за движениями земной поверхности должна учитывать изменения поля силы тяжести, встает вопрос аппроксимации гравитирующих тел в исследуемом районе. Для достижения цели моделирования выбор сложности модели должен основываться на точностных характеристиках экспериментальных данных. Например, какой сложности (подробности) должна быть модель, аппроксимирующая гравитационное влияние рельефа, чтобы высокоточные геодезические и гравиметрические измерения при их комплексной математической обработке соответствовали выбранной модели гравитирующего тела?

В работах [12, 14] даются примеры решения обратных задач, когда результатом совместной математической обработки многократных геодезических и гравиметрических наблюдений на земной поверхности являются оценки не только координат пунктов, их смещений, но и масс гравитирующих тел, а также изменений этих масс. Эти примеры даны в отношении вулканического извержения и подготовки к нему. Меняющимися гравитирующими телами являлись шарообразный глубинный магматический очаг вулкана и его поверхностный конус.

Достаточно типичной элементарной формой тела для рельефа земной поверхности является конус. Причем, более общий случай – усеченный конус. В естественной среде, кроме вулканов, это могут быть отдельные составляющие горных хребтов. В техногенной сфере мы имеем не только конусообразные возвышения, но и конусообразные выемки [15]. При открытых горных разработках пространство выработанной породы является конусообразным. Конусообразными являются, например, кимберлитовые месторождения. Разработка трубки Мир (Якутия) привела к образованию конусообразного карьера глубиной 520 метров. Отвалы также часто представляют собой усеченные конусы.

В работах [12, 14] конусообразные гравитирующие тела аппроксимировались шаром (одной точечной массой). Будет вполне разумным уточнить аппроксимирующую модель конуса путем увеличения числа точечных масс. Но при этом желательным является, чтобы число оцениваемых параметров осталось минимально необходимым. Тем самым будет выполняться требование большей избыточности измерений, которая необходима при математической обработке. Например, пусть оцениваемым параметром будет оставаться общая масса конуса, но рассредоточенная определенным образом в пространстве (в пяти точках) (рис. 1).

Таким образом, имеем следующую задачу. Известны размеры усеченного конуса: R_1 – радиус нижнего основания, r – радиус верхнего основания, h_1 – высота конуса (рис. 2).

Необходимо разбить конус на пять равнообъемных частей и для каждой части найти координаты центра тяжести. Вариантов разбиения на пять равнообъемных частей может быть много. Здесь выбран следующий (рис. 2). Горизонтальной плоскостью отсекается верхний усеченный конус объемом одну пятую от объема всего конуса. Нижний усеченный конус делим на четыре сектора двумя вертикальными взаимноперпендикулярными плоскостями.

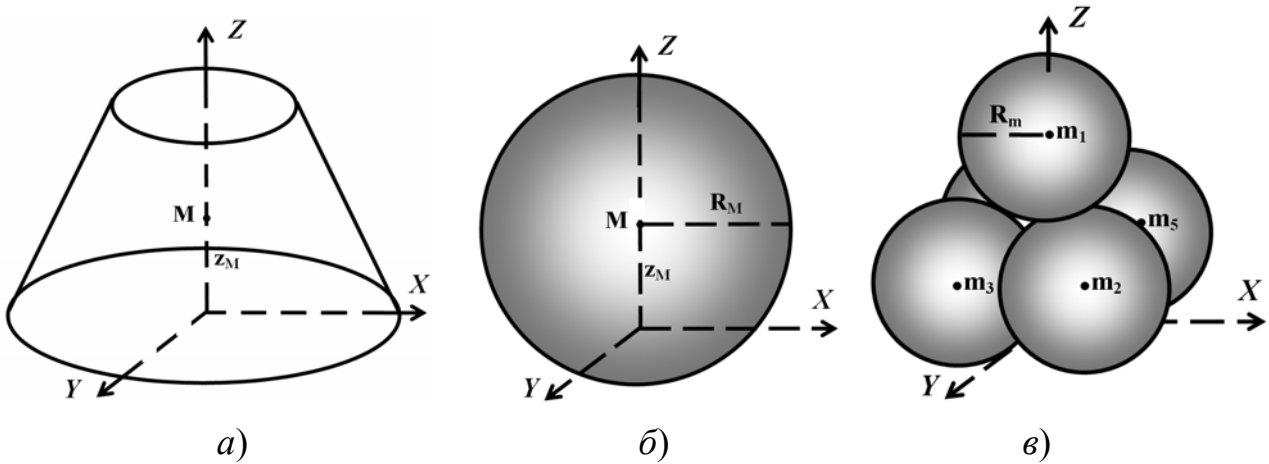


Рис. 1. Усеченный конус и модели аппроксимации его гравитационного влияния:

а) усеченный конус; б) одноточечная модель; в) пятиточечная модель

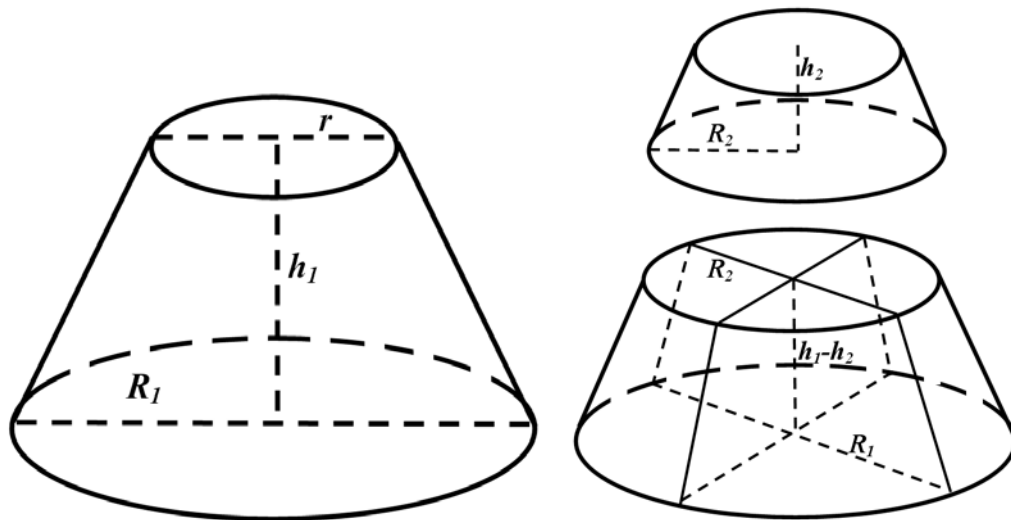


Рис. 2. Усеченный конус и его разбиение на пять равнообъемных частей

Найдем радиус R_2 горизонтального сечения и высоту верхнего конуса. Воспользуемся формулами вычисления объема усеченного конуса для исходного V_1 и для верхнего V_2 , полученного после отсечения горизонтальной плоскостью

$$V_1 = \frac{\pi h_1}{3} (R_1^2 + r^2 + R_1 r); \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{\pi h_2}{3} (R_2^2 + r^2 + R_2 r). \quad (3)$$

Мы выбрали вариант разбиения конуса на пять пространственных тел равного объема. Поэтому

$$V_2 = \frac{1}{5}V_1, \quad (4)$$

и если учесть изображение сечения конуса вертикальной плоскостью (рис. 3), мы получаем из отношения сторон треугольника

$$h_2 = h_1 \frac{R_2 - r}{R_1 - r}. \quad (5)$$

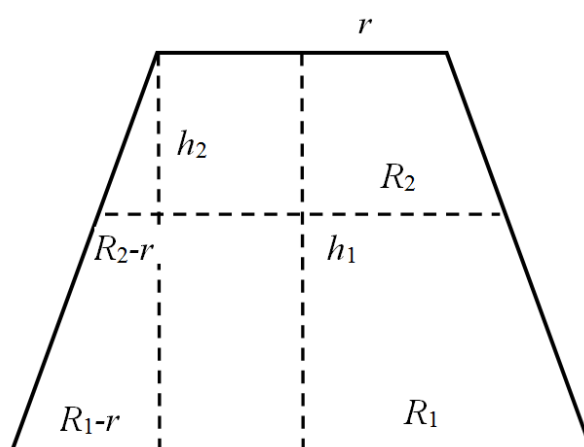


Рис. 3. Сечение конуса вертикальной плоскостью

Объемы усеченных конусов могут быть также представлены через разность кубов радиусов. Делаем подстановку формулы (5) в формулу (3) и после этого формула (4) будет следующая:

$$\frac{\pi h_1 (R_2 - r)}{3 (R_1 - r)} (R_2^2 + r^2 + R_2 r) = \frac{1}{5} \frac{\pi h_1}{3} (R_1^2 + r^2 + R_1 r); \quad (6)$$

$$(R_2 - r)(R_2^2 + r^2 + R_2 r) = \frac{1}{5}(R_1 - r)(R_1^2 + r^2 + R_1 r). \quad (7)$$

И теперь заменяем формулу (7), используя формулу разности кубов. Для наших пространственных тел (см. рис. 2) зависимость будет такая:

$$R_2^3 - r^3 = \frac{1}{5}(R_1^3 - r^3), \quad (8)$$

и, следовательно,

$$R_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{5}(R_1^3 - r^3) + r^3}. \quad (9)$$

Теперь стало возможным аналитическое определение координат центра тяжести верхнего усеченного конуса. Для этого будем использовать классический подход из теории сопротивления материалов к таким вычислениям через суммы статических моментов элементарных геометрических фигур (прямоугольник, треугольник, сектор круга).

Вертикальное сечение усеченного конуса представляет собой трапецию, которую можно разделить на две симметричные прямоугольные трапеции (рис. 4). Прямоугольную трапецию можно представить сочетанием прямоугольника и треугольника.

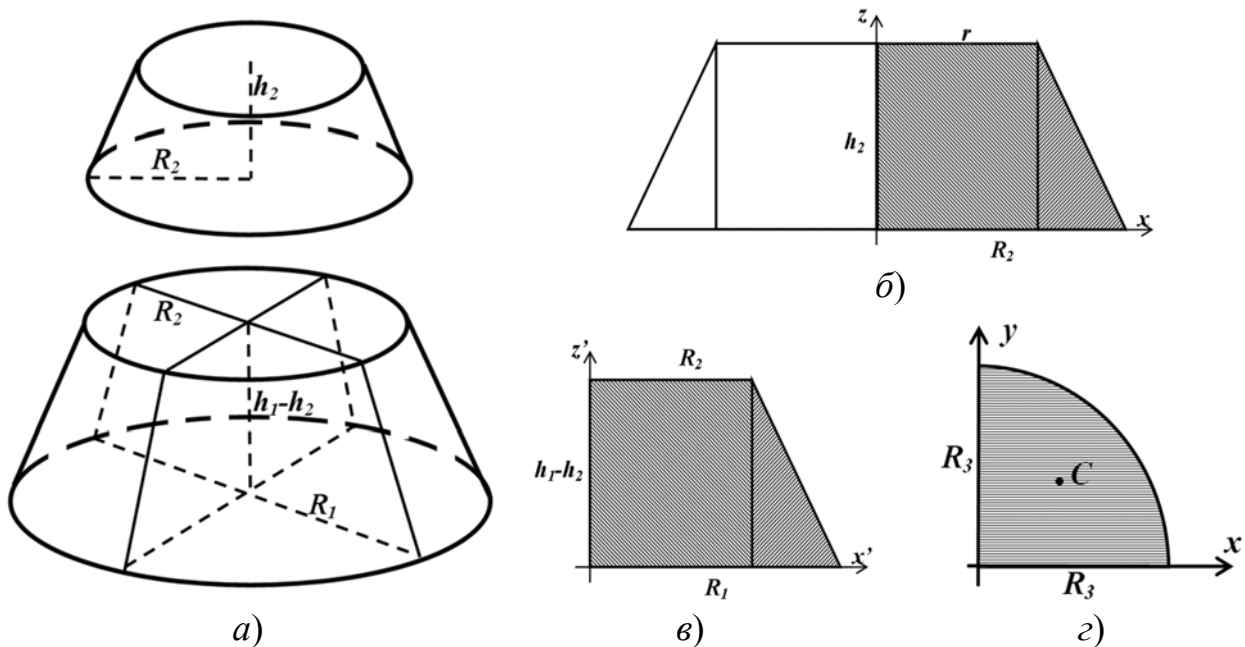


Рис. 4. Усеченный конус:

а) после разбиения на пять равнообъемных частей; б) вертикальное сечение верхнего усеченного конуса; в) вертикальное сечение нижнего объемного сектора; г) горизонтальное сечение нижнего объемного сектора

Обращаясь к теории сопротивления материалов, находим статические моменты прямоугольника и треугольника. Это произведение площади этих элементарных фигур на расстояние от принятых осей координат. Для общего сечения в виде равнобедренной трапеции с осью z , проходящей через ось симметрии, координата x центра тяжести будет равна нулю. Координата z центра – расстояние от основания трапеции – вычисляемая величина. Согласно правилу теории сопротивления материалов, координаты центра тяжести всей трапеции

будут находиться как результат деления суммы статических моментов этих фигур на сумму их площадей. Таким образом, для сечения верхнего объемного сектора центр тяжести будет иметь координаты

$$x = 0; \quad z = \frac{\frac{rh_2^2}{2} + \frac{(R_2 - r)h_2^2}{6}}{rh_2 + \frac{(R_2 - r)h_2}{2}}. \quad (10)$$

С четырьмя нижними объемными секторами поступим следующим образом. Для 90-градусного сектора плоскость симметрии будет проходить под углом 45°. Сечение этой плоскостью будет представлять собой прямоугольную трапецию, которую мы представляем сочетанием прямоугольника и треугольника.

Вычислим площади фигур: S_1 – прямоугольника, S_2 – треугольника

$$S_1 = R_2(h_1 - h_2); \quad S_2 = \frac{1}{2}(h_1 - h_2)(R_1 - R_2). \quad (11)$$

Координаты центра тяжести трапеции в целом

$$x' = \frac{S_1 \frac{R_2}{2} + S_2 \left(\frac{R_1 + 2R_2}{3} \right)}{S_1 + S_2}; \quad (12)$$

$$z' = \frac{S_1 \frac{h_1 - h_2}{2} + S_2 \frac{h_1 - h_2}{3}}{S_1 + S_2}. \quad (13)$$

Определяем радиус горизонтального сечения конуса на высоте, равной z' :

$$R_3 = R_1 - (R_1 - R_2) \frac{z'}{h_1 - h_2}. \quad (14)$$

Найдем координаты центра тяжести C четверти этого сечения. Это четверть круга радиусом R_3 . С учетом уравнения окружности, координаты будут вычисляться

$$x_c = y_c = \frac{\int_0^{R_3} dx \int_0^{\sqrt{R_3^2 - x^2}} y dy}{\frac{1}{4} \pi R_3^2} = \frac{4R_3}{3\pi}. \quad (15)$$

Итоги определения координат пяти точечных масс представлены в таблице. Координаты соответствуют системе координат (см. рис. 1, а).

Таблица

Координаты центров тяжести точечных масс

Координаты	Масса 1	Масса 2	Масса 3	Масса 4	Масса 5
X	0	x_c	$-x_c$	$-x_c$	x_c
Y	0	y_c	y_c	$-y_c$	$-y_c$
Z	$h_1 - h_2 + z$	z'	z'	z'	z'

Аппроксимация гравитационного влияния конуса, в частности, с использованием в качестве конечного элемента прямоугольной пластины с нулевой толщиной, но обладающей массой, предложена Ю. В. Дементьевым [16, 17]. Иное пространственное тело в качестве конечного элемента использовалось в [18, 19]. Весь объем конуса представлялся совокупностью кольцевых секторов (криволинейные параллелепипеды). Недостаточно технологически еще освоена формула гравитационного влияния параллелепипеда (рис. 5), которая представлена выраженным аналитически замкнутым интегралом [20].

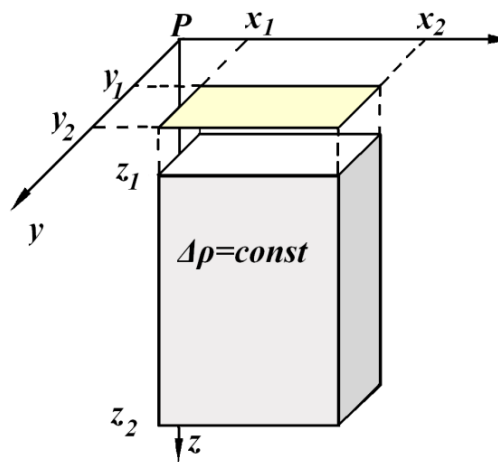


Рис. 5. Гравитирующее тело в виде параллелепипеда

После решения интеграла получается формула вычисления аномальной силы тяжести в точке поверхности P

$$\Delta g = G \cdot \Delta \rho \left[-x \cdot \ln(y+r) - y \cdot \ln(x+r) + z \cdot \operatorname{arctg} \frac{x}{z} \frac{y}{r} \Big|_{x_1}^{x_2} \Big|_{y_1}^{y_2} \Big|_{z_1}^{z_2} \right], \quad (16)$$

где $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

В работе [23] предложена идея сочетания аналитической модели гравитационного влияния параллелепипеда (16) и цифровых моделей рельефа. Авторами выполнены вычислительные эксперименты для некоторых реально существующих локальных участков – вулкана Св. Елена (США, штат Вашингтон) и прибрежной территории полуострова Камчатка. Во втором случае были учтены рельеф суши и дна, а также различная плотность морской воды и горных пород.

Самым простым вариантом описания гравитационного влияния локальных элементов рельефа является использование точечной модели. Для некоторых прикладных задач это может быть достаточным. Но существуют ситуации, которые требуют более точной аппроксимации. Например, геодинамические исследования, прогноз землетрясений и вулканизма, вопросы горной механики, обеспечения безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых, включая нефтяные и газоносные объекты. Правильное сочетание аналитических моделей и метода конечных элементов, как в [21], позволяет повысить точность описания локального гравитационного поля по сравнению с существующими методиками примерно на 3-4 % для локальных объектов, имеющих размеры территории около 20–100 км² с горным и предгорным рельефом. Основой повышения точности является сочетание аналитических моделей, метода конечных элементов и цифровых моделей рельефа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Идентификация движений и напряженно-деформированного состояния самоорганизующихся геодинамических систем по комплексным геодезическим и геофизическим наблюдениям: монография / В. А. Середович, В. К. Панкрушин, Ю. И. Кузнецов, Б. Т. Мазуров, В. Ф. Ловягин; Под общ. ред. В. К. Панкрушина. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 356 с.
2. Мазуров Б. Т., Панкрушин В. К., Середович В. А. Математическое моделирование и идентификация напряженно-деформированного состояния геодинамических систем в аспекте прогноза природных и техногенных катастроф // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 30–35.
3. Вовк И. Г. Геометрическое моделирование линейных объектов в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 57–62.
4. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–25.
5. Вовк И. Г. Определение геометрических инвариантов пространственной кривой в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 51–62.
6. Вовк И. Г. Определение геометрических инвариантов поверхности в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 59–69.
7. Дорогова И. Е. Изучение движений и деформаций земной коры на геодинамическом полигоне Таштагольского железорудного месторождения // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 9–13.
8. Мазуров Б. Т., Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Горизонтальные движения земной коры вращательного характера, наблюдаемые на геодинамических полигонах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 232–236.

9. Мазуров Б. Т. Модель вертикальных движений земной поверхности и изменений гравитационного поля в районе действующего вулкана // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. – № 2. – С. 97–106.
10. Мазуров Б. Т. Модель системы наблюдений за вертикальными движениями земной поверхности и изменениями гравитационного поля в районе действующего вулкана // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. – № 3. – С. 93–101.
11. Мазуров Б. Т. Совместная математическая обработка разнородных комплексных геодезических и геофизических наблюдений за движениями земной поверхности и изменениями аномальных масс // Изв. вузов. Горный журнал. – 2007. – № 6. – С. 30–38.
12. Мазуров Б. Т. Совместная математическая обработка и интерпретация нивелирных и гравиметрических наблюдений за вертикальными движениями земной поверхности и изменениями гравитационного поля в районе действующего вулкана // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. – № 4. – С. 11–20.
13. Мазуров Б. Т. Моделирование и идентификация геодинамического объекта в вулканической области по комплексным нивелирным и гравиметрическим наблюдениям // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 84–94.
14. Мазуров Б. Т. Идентификация напряженно-деформированного состояния вулканической области по результатам математической обработки разнородных геодезических и геофизических наблюдений // Изв. вузов. Горный журнал. – 2007. – № 7. – С. 58–62.
15. Мазуров Б. Т. Математическая обработка нивелирных и гравиметрических наблюдений в условиях извлечения и перемещения больших объемов руды и пород // Изв. вузов. Горный журнал. – 2006. – № 4. – С. 99–104.
16. Дементьев Ю. В. Зависимость поправок за плоский и сферический слои в неполной топографической редукции от их толщины и радиуса учитываемой зоны // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 13–17.
17. Дементьев Ю. В. О возможности и необходимости определения аномалий силы тяжести в полной топографической редукции // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 3–14.
18. Мазуров Б. Т., Некрасова О. И. Гравитирующее влияние конусообразных форм рельефа на результаты геодезических измерений // Геодезия и картография. – 2013. – № 5. – С. 2–6.
19. Мазуров Б. Т., Некрасова О. И. Конечно-элементная модель конусообразных форм рельефа для учета их гравитирующего влияния на результаты геодезических измерений // Геодезия и картография. – 2013. – № 6. – С. 42–45.
20. Nagy B. The gravitational attraction of a right angular prism / Geophysics 31. – 1966. – P. 362–371.
21. Мазуров Б. Т., Некрасова О. И. Аппроксимация гравитационного влияния локального рельефа по его цифровым моделям // Геодезия и картография. – 2014. – № 7. – С. 2–4.

Получено 12.08.2015

© Б. Т. Мазуров, 2015

УДК 528.85:502.55

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ
СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА
СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Владимир Александрович Хамедов

Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, 628011, Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151, руководитель регионального центра космических услуг, тел. (346)735-91-39, e-mail: xamedovva@uriit.ru

Борис Тимофеевич Мазуров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Разработана структура системы мониторинга состояния лесных ресурсов Югры на основе геоинформационных технологий. Система мониторинга включает базу данных по состоянию лесных ресурсов и базы спутниковых и картографических данных. Используемые в системе цифровые карты породного состава лесов и пожарной опасности лесов разработаны на основе космических снимков. Общее программное обеспечение системы мониторинга состоит из ArcGIS и ERDAS Imagine. Система мониторинга обеспечивает выполнение работ по контролю за экологическим состоянием территории лесного фонда на основе данных дистанционного зондирования Земли. Для решения прикладных тематических задач используются космические снимки оптического и радиолокационного диапазонов. Примером тематических задач являются обнаружение ландшафтных изменений, связанных с воздействием как природных, так и антропогенных факторов, оценка влияния объектов нефтегазовой отрасли на лесорастительный покров.

Ключевые слова: геоинформационная система, дистанционный мониторинг, космические снимки, радиолокационная съемка, лесные ресурсы, лесные экосистемы, нефтегазовый комплекс.

**DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL PROBLEMS
OF CREATING SATELLITE MONITORING OF FOREST ECOSYSTEMS
UNDER THE IMPACT OIL AND GAS SECTOR OF WEST SIBERIA**

Vladimir A. Khamedov

Ugra Research Institute of Information Technologies, 628011, Russia, Khanty-Mansiysk, 151 Mira St., Head of the Center for Space Services, tel. (3467)35-91-39, e-mail: XamedovVA@uriit.ru

Boris T. Mazurov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Structure of monitoring system for Ugra forest resources state is developed on the base of geoinformation technologies. Monitoring system involves database on state of forest resources and databases on space images and map data. Digital maps of tree specific composition and fire safety

are carried out on the base of space images. General soft ware of monitoring system consist of ArcGIS and ERDAS Imagine. The monitoring system ensures that the works on the monitoring of the environmental condition of the territory of the forest fund on the basis of remote sensing data. To solve the problems of topical application used satellite images of optical and radar ranges. An example of thematic tasks is to detect landscape changes related exposure to both natural and anthropogenic factors, assessment of the impact of oil and gas industry for silvicultural cover.

Key words: geoinformation system, remote monitoring, space images, radar imagery, forest resources, forest ecosystems, oil and gas production.

Известно, что значительная доля лесных ресурсов России приходится на леса Западной Сибири, которые испытывают большое техногенное воздействие в результате деятельности предприятий Западно-Сибирского нефтедобывающего комплекса. Многочисленные лесные пожары, строительство автодорог, вызывающее подтопление и усыхание лесных массивов, незаконные вырубки лесных массивов и отклонения от строительных проектов, биологическое повреждение и усыхание лесных насаждений в результате химического загрязнения почв и атмосферного воздуха причиняют значительные экологические и экономические ущербы хозяйству лесного региона.

Эффективность мероприятий по снижению негативного воздействия на экологию региона и предотвращению чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера во многом зависит от оперативности предоставления информации о текущем состоянии наблюдаемых процессов и прогнозирования возможных сценариев их развития. Очевидно, что для оперативного получения информации о состоянии территории региона необходима организация многоуровневой системы мониторинга, основанной на совместных наземных и дистанционных (авиационных, спутниковых) наблюдениях с применением современных возможностей геоинформационных технологий. В настоящее время в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре создана и развивается Территориальная информационная система ТИС Югры, предназначенная для сбора, хранения, обработки и предоставления информации для принятия управленческих решений, связанных с социально-экономическим развитием округа. В частности, в решении ряда задач лесного хозяйства, в 2013 г. по итогам Всероссийского конкурса проектов региональной и муниципальной информатизации «ПРОФ-ИТ», организованного Экспертным центром электронного государства при поддержке Администрации Президента РФ, ТИС Югры признана одной из лучших. Информационное наполнение системы, в части обеспечения ее результатами космической деятельности, осуществляется Югорским НИИ информационных технологий. Для обеспечения потребностей региона результатами космической деятельности – космическими снимками и продуктами их тематической обработки – на базе Югорского НИИ информационных технологий создан Центр космических услуг (ЦКУ) Ханты-Мансийского автономного округа-Югры.

Решению вопросов мониторинга лесных территорий посвящен ряд научных работ [1–6]. Очевидно, что активное воздействие нефтегазового комплекса на лесные экосистемы определяет специфичность решения задач мониторинга в регионе. Первостепенную важность имеет разработка действующей структуры системы мониторинга лесных экосистем в условиях воздействия природных и антропогенных факторов. Исходя из того, что большая часть территории региона относится к числу наиболее труднодоступных, необходимым информационным компонентом системы должны быть данные дистанционного зондирования (ДДЗ) земной поверхности. В состав системы мониторинга входят следующие компоненты: база атрибутивных данных, характеризующая территорию, база картографических данных, база спутниковых данных, программное обеспечение геоинформационных систем (ГИС), а также прикладные программы анализа и прогноза изменения состояния территории в условиях воздействия природных и антропогенных факторов.

Целью данной статьи является разработка методических вопросов создания системы регионального мониторинга состояния лесных ресурсов на основе геоинформационных технологий с использованием наземных и спутниковых данных.

В результате исследований [7–10] разработана структурная схема программно-информационной системы мониторинга состояния лесных ресурсов в условиях воздействия природных и антропогенных факторов на основе данных дистанционного зондирования Земли (рис. 1).

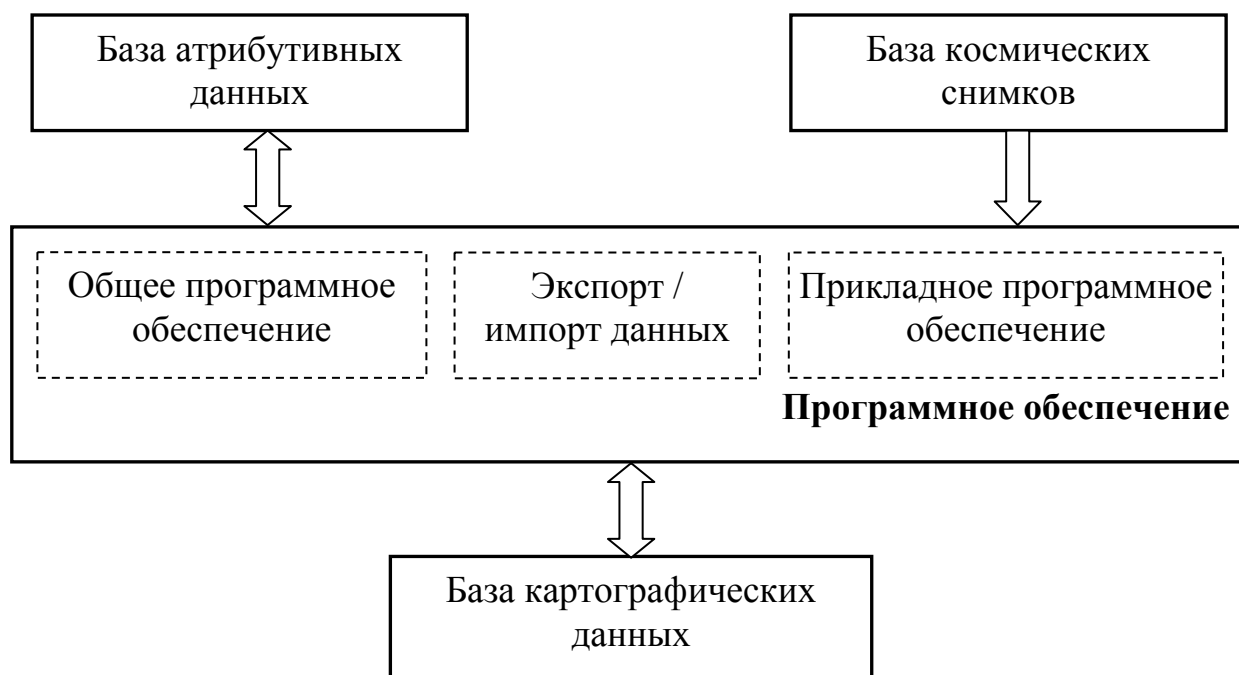


Рис. 1. Обобщенная схема структуры программно-информационной системы мониторинга лесов

Разработанная схема включает в себя следующие основные блоки:

- база атрибутивных данных;
- база космических снимков;
- база картографических данных;
- блок программного обеспечения, который состоит из трех основных модулей:
 - общее программное обеспечение;
 - прикладное программное обеспечение;
 - модуль экспорта и импорта данных.

База атрибутивных данных (БАД) предназначена для накопления и хранения информации о состоянии лесных ресурсов. База данных включает информацию о расположении лесных выделов, о их номерах и площади, о принадлежности их к конкретным лесничествам. При проведении лесоустройства проводят инвентаризацию лесного фонда с определением породной и возрастной структуры, определяют качественные и количественные характеристики лесных ресурсов. На основе материалов лесоустройства ведется государственный лесной реестр и государственный учет лесного фонда по единой для РФ системе. Материалы лесоустройства по изученности лесов, наличию и состоянию лесных ресурсов являются основной информационной базой технического проектирования в лесном хозяйстве. Без данных лесоустройства невозможен контроль за состоянием и использованием лесных богатств, влиянием на них отрицательных антропогенных и природных факторов, степенью рациональности использования земель лесного фонда и уровнем хозяйственной деятельности в нем. Информация из базы данных используется для подготовки векторных карт, а также для отображения количественных и качественных показателей на картах.

Для разработки структуры БАД выбрана реляционная модель базы данных. Структура БАД разработана с использованием специального средства проектирования PowerDesigner, позволяющего поддерживать классические методики проектирования баз данных. Реализация базы атрибутивных данных в MS Access позволяет обеспечить совместимость базы данных с геоинформационной системой ArcGIS и удобство и простоту работы пользователей.

Одной из важнейших составляющих информационной системы является база данных космических снимков. Формированию подобных баз данных посвящен ряд научных работ, например [11–13]. База космических снимков содержит метаинформацию об архивных космических снимках, хранящихся на магнитных и оптических носителях, а также находящихся в непосредственном доступе по локальной сети на RAID-массивах. Для управления базой космических снимков используется MS SQL Server. Для быстрого поиска необходимых снимков реализованы процедуры поиска, основанные на дате съемки, пространственной информации, пространственного разрешения, количества спектральных каналов и другой информации. База космических снимков регулярно пополняется информацией с российских и зарубежных космических аппаратов.

Созданию базы космических снимков предшествовала аналитическая работа по выбору спектральных каналов и пространственного разрешения спут-

никовых снимков, подходящих для выявления негативных воздействий антропогенных и природных факторов на лесную растительность.

В результате было установлено, что для наилучшего выделения изменений антропогенного характера, имеющих, как правило, более высокую яркость на снимке по сравнению с яркостью окружающего фона, следует выбирать спектральный диапазон длин волн 0,6–0,7 мкм. Спектральный диапазон длин волн 0,5–0,6 мкм тоже подходит для обнаружения изменений, но амплитуда яркости объектов на снимке в этом случае меньше. В диапазоне волн 0,8–0,9 мкм антропогенные изменения плохо различимы, поэтому не рекомендуется использовать спектральные каналы в этом диапазоне длин волн для выявления вновь появившихся на лесной территории объектов инфраструктуры и других изменений антропогенного характера [7, 9, 14].

На основе информации, получаемой после обработки и анализа космических снимков, создаются векторные карты, которыми наполняется база картографических данных.

База картографических данных включает в себя набор цифровых карт породного состава лесов, гидрографической сети, населенных пунктов, объектов инфраструктуры, созданных на основе космических снимков, или полученных из других источников.

Наиболее важными для создания системы мониторинга лесных ресурсов региона являются цифровые карты породного состава лесов и карты пожарной опасности. Методические вопросы создания карт породного состава лесов на основе космических снимков разработаны авторами и изложены в ряде публикаций. Например, в [7, 8, 15] изложена методика построения карты породного состава лесов, основанная на использовании спутниковых снимков.

Для создания цифровой карты лесов региона использовались широко доступные космические снимки Landsat-7 с пространственным разрешением 30 м. Классификация была выполнена по алгоритму ISODATA с использованием данных трех спектральных каналов с длинами волн 0,76–0,90 мкм, 0,63–0,69 мкм, 0,52–0,60 мкм. Результаты работы по созданию цифровой карты лесов на территории ХМАО представлены в [14].

Необходимость создания цифровой карты пожарной опасности лесных территорий связана с тем, что существующие в настоящее время карты пожарной опасности лесов создавались на основе материалов лесоустройства 1990-х гг. и более ранних материалов. Методика построения карты пожарной опасности лесов предполагает выделение на лесных картах 8 тематических классов ландшафтных выделов. Разделение лесных участков на классы проводится в соответствии с существующим в лесной отрасли порядком отнесения участков из состава земель лесного фонда к лесным и нелесным землям.

Вероятность возникновения лесных пожаров на лесных участках оценивается в соответствии со шкалой, состоящей из пяти классов природной пожарной опасности лесов. Класс пожарной опасности определяется возрастом древостоя, степенью близости как к заболоченным (или увлажненным) участкам, так и к производственным сооружениям и объектам инфраструктуры (трубопроводы, дороги,

площадки кустов скважин и др.). Разработан алгоритм обработки атрибутивных данных, позволяющий определять принадлежность каждого лесного выдела к одному из пяти классов пожарной опасности. Схема алгоритма обработки атрибутивных данных для построения цифровой карты пожарной опасности приведена на рис. 2. На схеме разновозрастный древостой объединен в группы, группа 0 соответствует молодняку, группы 1 и 2 – средневозрастному древостою, группы 3 и 4 – спелому и перестойному древостою. Классы пожарной опасности разделены на 5 классов, от низкого (класс 5) до высокого (класс 1).

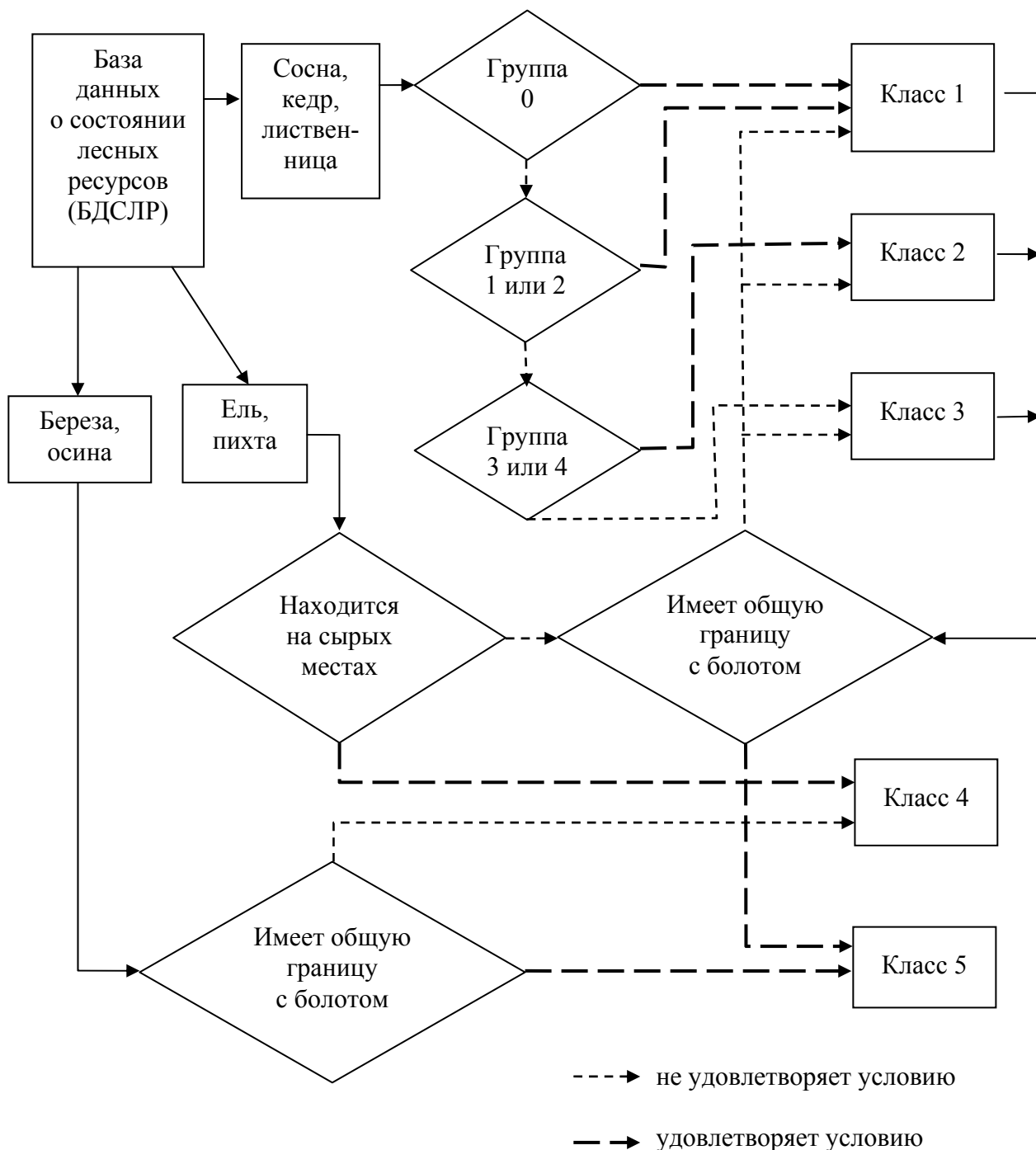


Рис. 2. Алгоритм построения карты классов пожарной опасности

Блок программного обеспечения программно-информационной системы позволяет осуществить полную технологическую цепочку обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которая состоит из трех основных этапов:

- 1) предварительная обработка космических снимков;
- 2) тематический анализ космических снимков;
- 3) интеграция результатов в единой геоинформационной системе.

Для анализа космических снимков применяется программный комплекс ERDAS Imagine, входящий в состав модуля общего программного обеспечения. С помощью комплекса проводится предварительная обработка космических снимков (ортотрансформирование, нормализация, радиометрическая коррекция, атмосферная коррекция, выравнивание яркости и др.) и их тематический анализ (классификация, спектральный анализ, тематическое дешифрирование и др.).

Для интеграции результатов и каталогизации векторных карт используется программный комплекс ArcGIS, который позволяет создавать, отображать, редактировать векторные данные и проводить анализ атрибутивной информации [16].

В состав модуля прикладного программного обеспечения входят разработанные и реализованные сотрудниками ЮНИИ ИТ алгоритмические программы:

- обнаружения и картографирования рубок леса;
- обнаружения и картографирования участков нефтезагрязнений;
- обнаружения и картирования лесных гарей;
- оценки нанесенного лесному фонду ущерба;
- статистического анализа данных.

В блоке программы статистического анализа данных реализовано несколько алгоритмов статистического анализа:

- расчет средних значений;
- расчет доверительных интервалов;
- расчет коэффициента корреляции;
- расчет линейной аппроксимации.

Средние значения анализируемых переменных рассчитываются по формуле:

$$X_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i – значение климатического (или геокриологического) параметра; n – объем выборки; $i = \overline{1, n}$.

Ширина доверительного интервала рассчитывается по формуле:

$$I_{\beta} = (X_{\text{cp}} - t_{\beta} \sigma_{X_{\text{cp}}}; X_{\text{cp}} + t_{\beta} \sigma_{X_{\text{cp}}}), \quad (2)$$

где X_{cp} – среднее значение климатического или геокриологического параметра;

t_p – величина, зависящая от доверительной вероятности;

$$\sigma_{X_{cp}} = \sqrt{\frac{\tilde{D}}{n}} \text{ – среднее квадратическое отклонение оценки } X_{cp}; \quad (3)$$

$$\tilde{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_{cp})^2}{n-1} \text{ – оценка дисперсии.} \quad (4)$$

Остальные обозначения даны выше.

Коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (5)$$

где σ_x, σ_y – средние квадратические отклонения значений случайных величин x_i и y_i ;

$$K_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_{cp})(y_i - Y_{cp})}{n} \text{ – корреляционный момент;} \quad (6)$$

X_{cp}, Y_{cp} – средние значения случайных величин x_i и y_i ;

x_i, y_i – значения климатических или геокриологических параметров.

При сглаживании экспериментальных зависимостей используется уравнение линейной аппроксимации в виде:

$$y = \frac{K_{xy}}{D_x} x + Y_{cp} - \frac{K_{xy}}{D_x} X_{cp}, \quad (7)$$

где $K_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - X_{cp} Y_{cp}$ – корреляционный момент; (8)

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - X_{cp}^2 \text{ – оценка дисперсии.} \quad (9)$$

Модуль экспорта и импорта данных играет связующую роль между основными блоками и программными модулями программно-информационной системы и обеспечивает миграцию данных между ними.

С использованием представленной программно-информационной системы возможно выполнение ряда тематических задач [17]. Одной из важнейших задач, решаемой подобными системами [18], является определение эколого-экономической оценки последствий лесных пожаров.

Традиционный подход к эколого-экономической оценке последствий лесных пожаров, который проводится в настоящее время на экспертном уровне, когда уже точно известны размеры выгоревших лесных массивов, не ориентирован на оперативное определение масштабов пожаров и оценку их возможных последствий сразу же после обнаружения очага возгорания. Поэтому такой подход не позволяет принимать своевременные решения по управлению деятельностью лесоохранных служб. Получение оперативной эколого-экономической оценки возможных последствий лесного пожара предполагает использование материалов космической съемки, позволяющих решать указанные задачи с высокой степенью оперативности и с большой площадью охвата территории, что наиболее важно для труднодоступных территорий лесных регионов Сибири.

Методика эколого-экономической оценки последствий лесных пожаров основана на оперативном картографировании выгоревших участков леса (гарей). Она реализуется с использованием средств геоинформационных систем путем «наложения» контуров этих гарей на цифровую карту породного состава леса, определения площадей выгоревших участков леса разного породного состава, т. е. участков, оказавшихся в пределах контура гари. Затем следует расчет экономического ущерба и определения экологических потерь в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Информация о породном составе лесов может быть получена из лесотаксационных материалов, в частности, из планов лесонасаждений. Однако, из-за значительной задержки в обновлении материалов лесной таксации такой подход для задач оценки последствий лесных пожаров практически неприемлем. Поэтому для оценки последствий лесных пожаров, основанной на расчете площадей выгоревших участков леса разного породного состава деревьев, необходимо иметь регулярно обновляемые по космическим снимкам цифровые карты породного состава лесов. На рис. 3 представлена схема основных этапов оценки последствий лесных пожаров.

Для картографирования лесных гарей возможно использовать спутниковые снимки как оптического, так и радиолокационных диапазонов. Например, по снимкам оптического диапазона возможно автоматизированное обнаружение лесных гарей с применением специализированных спектральных индексов.

Наилучшие результаты по обнаружению лесных гарей показал индекс NBR (Normalized Burn Ratio). Формула для расчета индекса NBR представляет собой разностное соотношение отражения в ближней (NIR) и дальней (FIR) инфракрасной области спектра:

$$\text{NBR} = \left(\frac{\text{NIR} - \text{FIR}}{\text{NIR} + \text{FIR}} \right). \quad (10)$$



Рис. 3. Схема процедуры оценки последствий лесных пожаров

В связи с относительно большим числом пасмурных дней на северных территориях Сибири в работах [7, 15] проведены исследования по выявлению лесных гарей с помощью радиолокационных снимков. При этом радиолокационные снимки могут использоваться автономно либо в комбинации с оптическими снимками, что повышает достоверность выявления лесных гарей. Эти исследования показали перспективность использования радиолокационных снимков, которые не зависят от наличия облачности, для мониторинга лесов. Многочисленные эксперименты по синтезу радиолокационных снимков с космического аппарата ERS-2 и спектральных каналов многозональных оптических снимков с аппаратов Метеор-3М и LandSat подтвердили [15] повышение достоверности выявления лесных гарей с помощью радиолокационных сним-

ков. Проведенные исследования со спутниковыми снимками оптического и радиолокационного диапазонов позволили определить состав базы спутниковых данных в системе мониторинга лесов.

В задачах картографирования существующих объектов инфраструктуры на лесных территориях и контроля соблюдения проектных решений на этапе строительства и эксплуатации объектов, в разработанной информационной системе используются спутниковые снимки со средним пространственным разрешением (10–30 м), а для проведения точных численных оценок параметров объектов необходимы снимки с высоким пространственным разрешением (0,3–5 м).

Обработка разновременных мультиспектральных изображений позволяет выявить изменения, вызванные воздействиями как природных, так и антропогенных факторов. Данная обработка имеет очень важное практическое значение, так как позволяет проводить картографирование выявленных локальных изменений в момент наблюдения, выявить места, наиболее подверженные изменениям за период наблюдения, что позволяет предпринимать мероприятия по предотвращению негативного воздействия [16].

Основным алгоритмом для выявления воздействий природного либо техногенного факторов является алгоритм Change Detection. Алгоритм основан на сравнении спектральных характеристик двух разновременных изображений. Необходимыми условиями для выполнения алгоритма является:

- 1) точная (прецизионная) географическая привязка изображений в одной системе координат;
- 2) одинаковое (равное) пространственное разрешение анализируемых изображений;
- 3) близкие спектральные диапазоны изображений с сопоставимыми спектральными характеристиками;
- 4) выбор изображений одного или близкого по фазе фенологического периода.

На рис. 4 схематично представлена реализация алгоритма выявления изменений средствами программного обеспечения ERDAS Imagine.

Важным шагом является выбор оптимального спектрального канала, так как это влияет на результат выявления изменений. После подбора временного интервала анализа и выбора соответствующих изображений начального (время t) и конечного (время $t + \Delta t$) временного интервала проводится сравнение изображений. Сравняются спектральные яркости выбранных диапазонов съемки. Подбор порога сравнения позволяет настроить алгоритм сравнения в зависимости от требуемого результата. Поскольку изменения могут быть обусловлены как увеличением спектральной яркости (например, новые объекты), так и уменьшением спектральной яркости (усиление природного фактора антропогенных объектов) сравниваемых изображений, алгоритмом предусмотрена обработка обоих случаев с настраиваемым порогом сравнения. На результирующем разностном изображении отображаются все выявленные изменения.

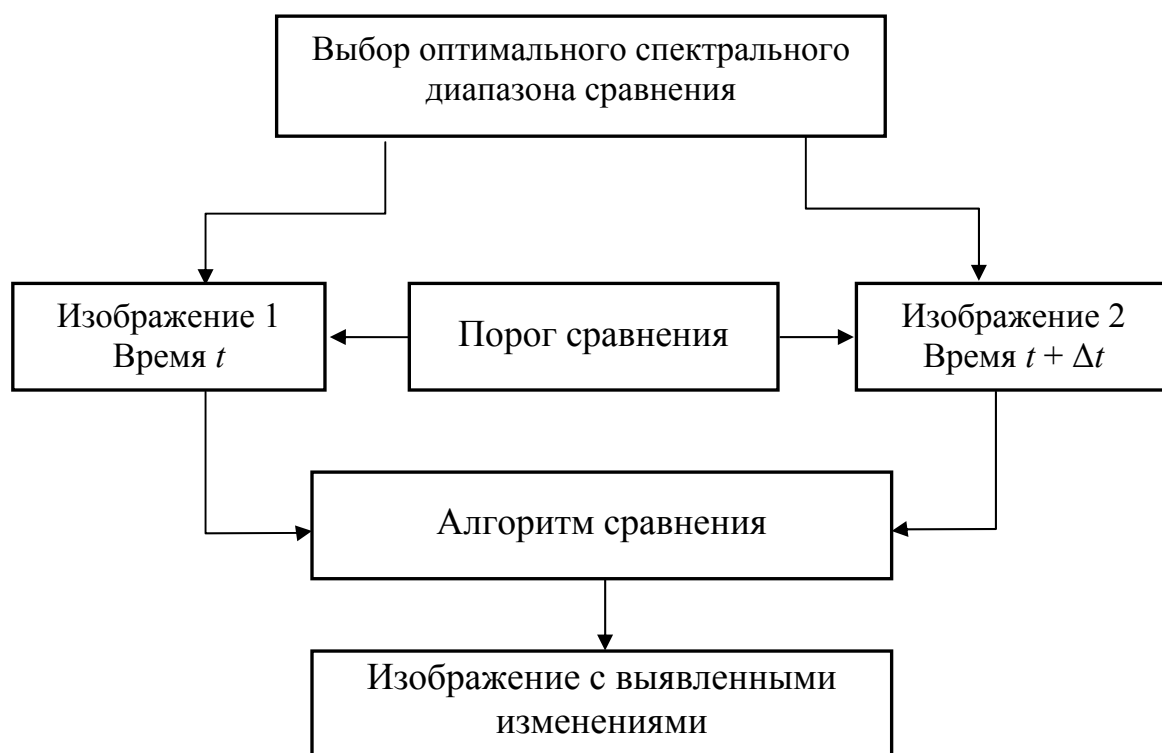


Рис. 4. Алгоритм выявления воздействий природных/антропогенных факторов

Алгоритмы обработки антропогенного и природного характера отличаются, как правило, выбором определенного спектрального диапазона.

Для антропогенных факторов воздействия (строительство и обустройство объектов нефтегазового комплекса на территории лесного фонда) наиболее оптимальным является спектральный диапазон длин волн 0,6–0,7 мкм. Для выявления воздействий природных факторов, например, лесных гарей, наиболее эффективно использование изображений в спектральных диапазонах длин волн 0,8–0,9 мкм.

При использовании радиолокационных изображений для выявления изменений используется алгоритм, представленный на рис. 5. Из разновременных радиолокационных изображений формируется многоканальное изображение, которое после проведения предварительной обработки классифицируется бинарной (да/нет) классификацией.

Для обработки по такому алгоритму достаточно иметь два разновременных изображения, однако с увеличением количества используемых изображений границы классов определяются с большей точностью. Данный алгоритм показал хорошие результаты при определении границ и площадей лесных гарей на лесных территориях.

В настоящее время, с апреля 2015 г., для обеспечения задач мониторинга территории Западной Сибири доступна информация с радиолокационного КА Sentinel-1A. Современные возможности тематической обработки радиолокационных космических снимков представлены в работах [18–20].

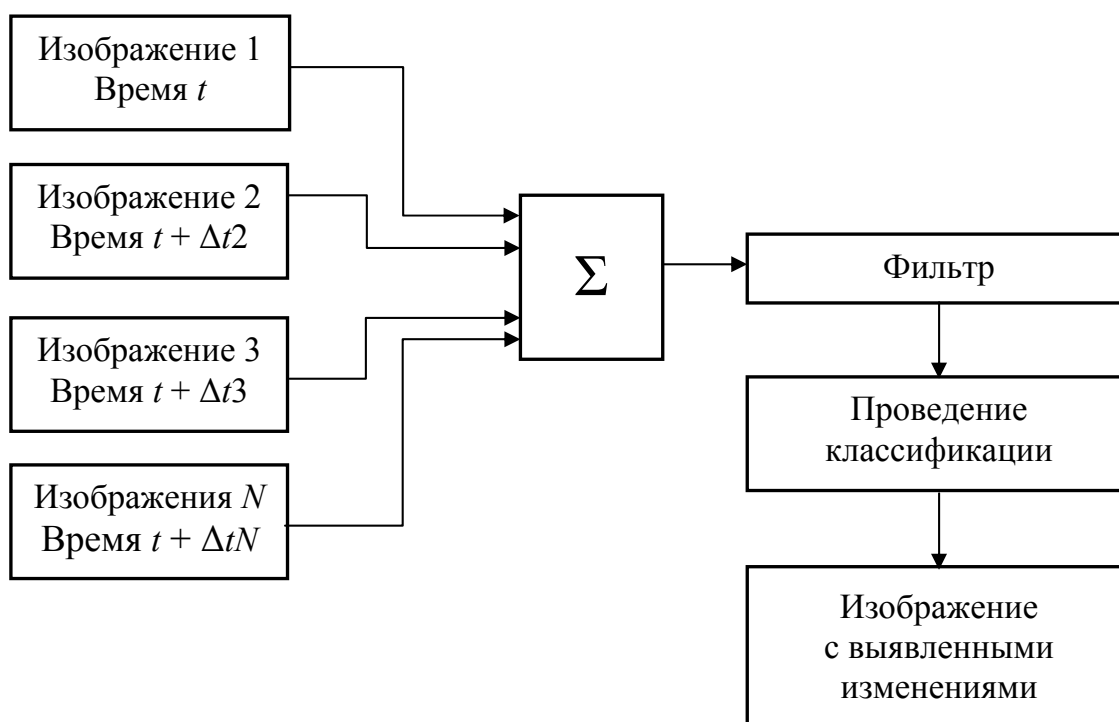


Рис. 5. Алгоритм выявления воздействий природных/антропогенных факторов при использовании радиолокационных снимков

На территории автономного округа находится большое количество действующих установок по сжиганию попутного нефтяного газа. Наиболее обоснованным для оценки воздействия факельного сжигания газа на нефтяных месторождениях на растительность в настоящее время является подход, основанный на биоиндикационных исследованиях [21]. Однако в связи с труднодоступностью нефтедобывающих территорий, исследование воздействия факельного сжигания попутного газа на лесорастительный покров невозможно без использования данных дистанционного зондирования Земли. Как показано в работах [22, 23], методы дистанционного исследования позволяют достаточно эффективно изучать воздействия сжигания попутного газа на лесорастительный покров. В [24] представлены исследования воздействия сжигания попутного газа на нефтяных месторождениях на лесную растительность с использованием вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), определяемого по космическим снимкам. Формула для расчета вегетационного индекса NDVI представляет собой разностное соотношение отражения в ближней инфракрасной (NIR) и в красной (RED) области спектра:

$$\text{NDVI} = \left(\frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \right). \quad (11)$$

Исследования воздействия факельного сжигания попутного газа на лесную растительность на основе NDVI проведены на территории Приобского месторождения Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Для проведения исследований сформирована коллекция безоблачных снимков LandSat за период с 1988 по 2013 г. Исследование зависимости индекса от расстояния до факельной установки показало наблюдающееся в среднем уменьшение значений индекса по мере приближения к факелу, что может служить свидетельством угнетения состояния лесной растительности в результате воздействия продуктов сжигания попутного газа. Для проведения исследований динамики изменения состояния лесорастительного покрова изучены линейные тренды зависимости вегетационного индекса от расстояния до факельных установок на всех исследованных тестовых участках. Установлено, что коэффициенты трендов имеют наибольшие значения в годы интенсивной нефтедобычи, сопровождающейся большими объемами сжигания попутного газа на месторождении.

В рамках решения задачи разработки методических вопросов создания системы мониторинга состояния лесных ресурсов на основе геоинформационных технологий, наземных и спутниковых данных авторами были получены следующие результаты:

1. Разработана структура системы мониторинга состояния лесов в условиях воздействия природных и антропогенных факторов.

2. Определены совокупности показателей состояния лесных ресурсов и связей между ними и создана база атрибутивных данных о лесных ресурсах региона.

3. Создана база картографических данных для системы мониторинга лесов с использованием разработанных методик создания цифровой карты породного состава лесов на основе спутниковых снимков и цифровой карты пожарной опасности лесных выделов на основе базы атрибутивных данных и других материалов.

4. Разработаны требования к выбору спектральных каналов и пространственному разрешению спутниковых снимков для выявления негативных воздействий антропогенных и природных факторов на лесную растительность. На основе требований определен состав базы спутниковых данных.

5. Определен состав общего и прикладного программного обеспечения, необходимого для функционирования системы мониторинга состояния лесов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валидация результатов выявления и оценки площадей поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга / С. А. Барталев, А. И. Беляев, В. А. Егоров, Д. В. Ершов, Г. Н. Коровин, Н. А. Коршунов, Р. В. Котельников, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2005. – С. 388–392.

2. Vegetation burning in the year 2000: Global burned area estimates from SPOT VEGETATION data, Vegetation burning in the year 2000: Global burned area estimates from SPOT VEGETATION data JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH / K. Tansey, J.-M. Gregoire, D. Stroppiana, A. Sousa, J. Silva, J. Pereira, L. Boschetti, M. Maggi, P. A. Brivio,

R. Fraser, S. Flasse, D. Ershov, E. Binaghi, D. Graetz, and P. Peduzzi. – VOL. 109, D14S03, doi:10.1029/2003JD003598, 2004.

3. Панова О. В., Ершов Д. В. Использование данных спектрорадиометра MODIS для регистрации и учета лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2005. – С. 388–392.

4. Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров / Д. В. Ершов, Г. Н. Коровин, Е. А. Лупян, А. А. Мазуров, С. А. Тащилин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2004. – С. 47–57.

5. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Методические основы оценки рационального использования лесных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4. – С. 25–31.

6. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Основные условия рационального использования земель лесного фонда // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 69–77.

7. Применение информационно-космических технологий в лесном хозяйстве / В. А. Хамедов, В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, С. В. Шимов // Матер. 4-й Междун. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве» (Москва, 17–19 апреля 2007 г.). – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 81–83.

8. Копылов В. Н., Полищук Ю. М., Хамедов В. А. Геоинформационная технология оценки последствий лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования // Геоинформатика. – 2006. – № 1. – С. 56–61.

9. Использование данных ДЗЗ при решении региональных задач рационального природопользования / В. Н. Копылов, Г. А. Кочергин, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2009. – Т. 1. – С. 33–41.

10. Хамедов В. А., Сергеева-Альбова Н. Л., Абрамчук В. В. Применение ГИС и 3D-технологий при решении задач рационального природопользования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Европа. "Методы дистанционного зондирования и ГИС-технологии для оценки состояния окружающей среды, инвентаризации земель и объектов недвижимости"» : сб. материалов (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 52–55.

11. Мальцев Г. Н., Козин И. А. Создание и использование баз данных спектральных образов для решения задач тематической обработки гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли // Информация и космос. – 2015. – № 1. – С. 24–31.

12. Ильиных А. Л. Структура и содержание базы данных автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 79–84.

13. Иванов А. И. Новый взгляд на организацию информационных ресурсов для обеспечения управления муниципальными образованиями // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 57–67.

14. Создание карты лесов Ханты-Мансийского округа на основе космических снимков среднего разрешения / В. А. Хамедов, В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, С. В. Шимов, А. Н. Сугайпова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2009. – Т. 2. – С. 474–478.

15. Копылов В.Н., Полищук Ю.М., Хамедов В.А. Синтез оптических и радиолокационных космических снимков при решении задачи оперативного обнаружения лесных пожаров // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 3. – С. 157–161.

16. Применение геоинформационных технологий в изучении развития природно-антропогенных экосистем на территории Тувы / О. Д. Аюнова, Е. А. Доможакова, О. И. Кальная, С. Г. Прудников // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 100–105.

17. Юрлова В. А. Принципы и методы системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 164–172.

18. Новый продукт МТС, рассчитываемый по данным COSMO-SkyMed / L. Pietranera, L. Cesarano, F. Britti, V. Gentile, Y. Kantemirov // Геоматика. – 2012. – № 1. – С. 46–51.
19. Кантемиров Ю.И. Полуавтоматическое выявление вырубок леса на мультивременных радарных и радарно-оптических цветных композитах / Е. В. Бахтинова, А. Ю. Соколов, Д. Б. Никольский // Геоматика. – 2012. – № 1. – С. 52–55.
20. Новый подход к мониторингу изменений, основанный на когерентном анализе разновременных радарных снимков сверхвысокого разрешения со спутников COSMO-SkyMed / N. Bertoni, L. Cesarano, G. Giusto, F. Britti, V. Gentile, L. Pietranera. // Геоматика. – 2012. – № 1. – С. 84–94.
21. Токарева О. С., Полищук Ю. М. Оценка экологического риска воздействия атмосферного загрязнения на растительность // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24. – № 8. – С. 717–721.
22. Кокорина Н. В., Касаткин А. М., Полищук Ю. М. Биоиндикация атмосферного загрязнения при сжигании попутного газа в факелах на нефтяных месторождениях в среднетаежной зоне Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. – 2009. – № 3. – С. 65–72.
23. Токарева О. С., Полищук Ю. М. Сравнительный анализ результатов дистанционного определения вегетационных индексов и данных биоиндикационных исследований в задачах экологического мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 10. – № 2. – С. 260–267.
24. Хамедов В. А., Полищук Ю. М., Русакова В. В. Оценка состояния лесных экосистем в условиях воздействия нефтегазового комплекса ХМАО // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: матер. V Всеросс. конф. (Москва, 22–24 апреля 2013 г.) – М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. – С. 314–318.

Получено 12.08.2015

© В. А. Хамедов, Б. Т. Мазуров, 2015

УДК 521.9

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭФФЕКТОВ НА ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ

Александр Викторович Елагин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: VG@ssga.ru

Инна Евгеньевна Дорогова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: inna_dorogova@mail.ru

Выполнена оценка влияния релятивистских эффектов на траектории движения спутников GOCE и ГЛОНАСС на суточном интервале времени. Величина эффектов оценивалась путем сравнения двух траекторий, построенных методом численного интегрирования Эверхарта. Для построения одной траектории (кеплеровой орбиты) использовались ньютоновские уравнения движения, для построения другой – релятивистские уравнения движения. На суточном интервале расхождения орбит для спутника GOCE составили 2,82 метра, для спутника ГЛОНАСС – 0,35 метра. Эксперименты показали, что релятивистские эффекты оказали влияние только на аргументы перигея и средние аномалии. Сделан вывод о том, что на суточном интервале периодические изменения элементов орбиты больше, чем вековые смещения, и учет релятивистских эффектов необходим на современном уровне точности вычислений орбит.

Ключевые слова: релятивистские уравнения движения, кеплерова орбита, пространственно-временная метрика Шварцшильда, начальные условия движения, численное интегрирование, шварцшильдовское смещение перигея.

INFLUENCE OF THE RELATIVISTIC EFFECTS ON THE TRAJECTORY OF ARTIFICIAL EARTH SATELLITES

Aleksandr V. Elagin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: VG@ssga.ru

Inna E. Dorogova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior Lecturer, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: inna_dorogova@mail.ru

The influence of relativistic effects on the trajectory of the satellites GOCE and GLONASS was estimated on the daily time interval. The size of relativistic effect was estimated by comparing of two trajectories. The trajectories were constructed by numerical integration of Everhart. To construct a first trajectory (orbit of Kepler) was used Newtonian equations of motions, to construct of second trajectory was used relativistic equations of motions. Differences orbits for the satellite

GOCE was totaled 2.82 meters on the daily time interval, and differences for GLONASS satellite was totaled 0.35 meters. Experiments showed that relativistic effects have influenced only argument of perigee and mean anomaly. It is concluded that the periodic changes of orbital elements is greater than the secular changes. The inclusion of relativistic effects is needed at the present level of the accurate orbital calculations.

Key words: relativistic equations of motions, orbit of Kepler, space-time Schwarzschild metric, the initial conditions of motion, numerical integration, the Schwarzschild offset of the perigee.

В настоящее время для решения многих научных и практических задач требуется сантиметровой уровень точности вычисления траекторий движения искусственных спутников Земли (ИСЗ) [1–4]. Однако многие алгоритмы вычисления траекторий движения ИСЗ не учитывают релятивистские эффекты, так как предполагается, что по малости влияния ими можно пренебречь [5–10]. В работе исследовано влияние релятивистских эффектов на траекторию движения двух спутников: GOCE и ГЛОНАСС на суточном интервале движения.

Релятивистские уравнения движения в прямоугольной системе координат в пространственно-временной метрике Шварцшильда могут быть представлены в следующем виде [11–17]:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x} &= -\frac{\mu}{r^3}x + \frac{\mu}{c^2 r^3} \left[\left(4\frac{\mu}{r} - v^2 \right) + 4(x\dot{x} + y\dot{y} + z\dot{z})\dot{x} \right]; \\ \ddot{y} &= -\frac{\mu}{r^3}y + \frac{\mu}{c^2 r^3} \left[\left(4\frac{\mu}{r} - v^2 \right) + 4(x\dot{x} + y\dot{y} + z\dot{z})\dot{y} \right]; \\ \ddot{z} &= -\frac{\mu}{r^3}z + \frac{\mu}{c^2 r^3} \left[\left(4\frac{\mu}{r} - v^2 \right) + 4(x\dot{x} + y\dot{y} + z\dot{z})\dot{z} \right], \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где μ – гравитационный параметр Земли; v – модуль вектора скорости ИСЗ; r – модуль радиуса-вектора ИСЗ.

Если вторые члены (релятивистское влияние) в правых частях дифференциальных уравнений (1) не учитывать, то эти уравнения преобразуются в ньютоновские уравнения движения задачи двух тел:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x} &= -\frac{\mu}{r^3}x; \\ \ddot{y} &= -\frac{\mu}{r^3}y; \\ \ddot{z} &= -\frac{\mu}{r^3}z. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

В этом случае ИСЗ будет двигаться по кеплеровой орбите. Параметрами кеплеровой орбиты являются шесть кеплеровых элементов: a – большая полуось; e – эксцентриситет; i – угол наклона; Ω – долгота узла; ω – аргумент перигея; M – средняя аномалия. При таком движении с течением времени изменяется только средняя аномалия

$$M = M_0 + n \cdot t, \quad (3)$$

где M_0 – средняя аномалия в момент задания начальных условий движения; $n = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$ – среднее движение; t – моменты времени, на которые вычисляются векторы положения и скорости ИСЗ и кеплеровы элементы орбиты; $t = 0$ – момент задания начальных условий движения. Элементы орбит спутников GOCE и ГЛОНАСС в момент задания начальных условий движения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры орбит спутников GOCE и ГЛОНАСС

Параметры орбит	Единицы	GOCE	ГЛОНАСС
a	метр	6628 140	25 500 000
e	безразм.	0,01	0,01
i	градус	96,5	64,8
Ω	градус	0	0
ω	градус	0	0
M_0	градус	0	0

Кеплеровы орбиты спутников GOCE и ГЛОНАСС в работе считаются эталонными орбитами, которые можно вычислить точно по формуле (3). Преобразование кеплеровых элементов в прямоугольные координаты и скорости и обратное преобразование выполняются по формулам, представленным в работе [18].

Для исследования влияния релятивистских эффектов на орбиты спутников GOCE и ГЛОНАСС внутри суточного интервала методом Эверхарта выполнялось численное интегрирование релятивистских уравнений движения (1) и ньютоновских уравнений движения (2). Прямоугольные координаты и скорости при этом были преобразованы в кеплеровы элементы [19, 20]. Точность вычисления орбит с помощью метода Эверхарта определялась путем сравнения вычисленной кеплеровой орбиты с эталонной орбитой. Погрешность вычислений численным методом быстроизменяющейся средней аномалии не превысила $3 \cdot 10^{-11}$ градуса, остальные пять кеплеровых элементов были определены точнее.

Расхождения траекторий, вычисленных с использованием релятивистских уравнений движения (1) и ньютоновских уравнений движения (2), представлены на рис. 1, 2.

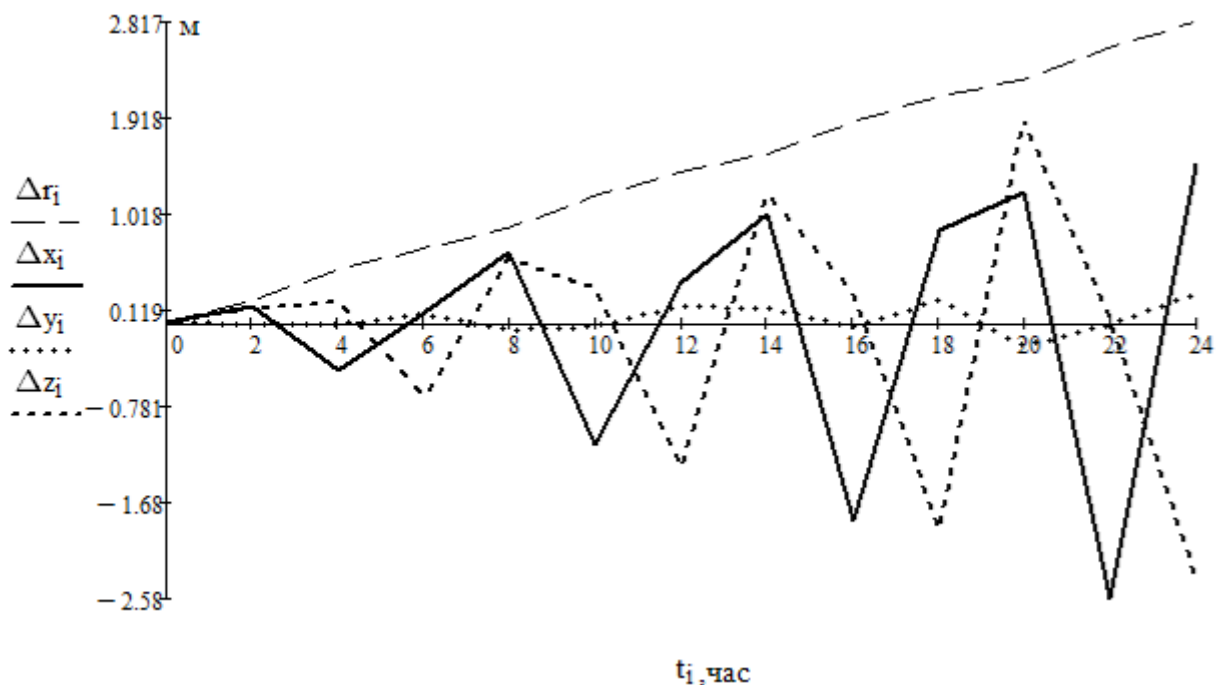


Рис. 1. Влияние релятивистских эффектов на изменение прямоугольных координат и радиуса-вектора спутника GOCE

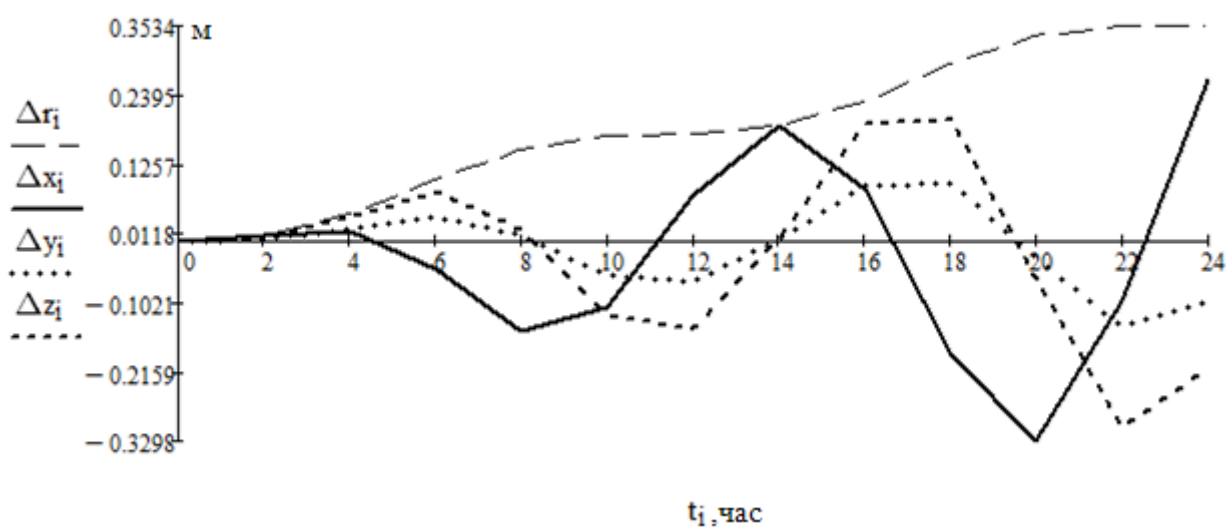


Рис. 2. Влияние релятивистских эффектов на изменение прямоугольных координат и радиуса-вектора спутника ГЛОНАСС

На рисунках изображены расхождения координат $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ и модули разностей радиусов-векторов $\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$. Синусоидальный характер изменения координат объясняется тем, что составляющие вектора скорости по осям координат изменяются по синусоидальному закону, отсюда и синусоидальное влияние релятивистских эффектов. Необходимо отметить, что соотношение амплитуд колебаний зависит от угла наклона орбит.

Выполненные эксперименты показали, что на суточном интервале из всех элементов орбиты релятивистские эффекты оказали влияние только на аргументы перигея и средние аномалии ИСЗ.

На рис. 3 и 4 представлены расхождения аргументов перигея и средних аномалий (в градусах) для спутников GOCE и ГЛОНАСС.

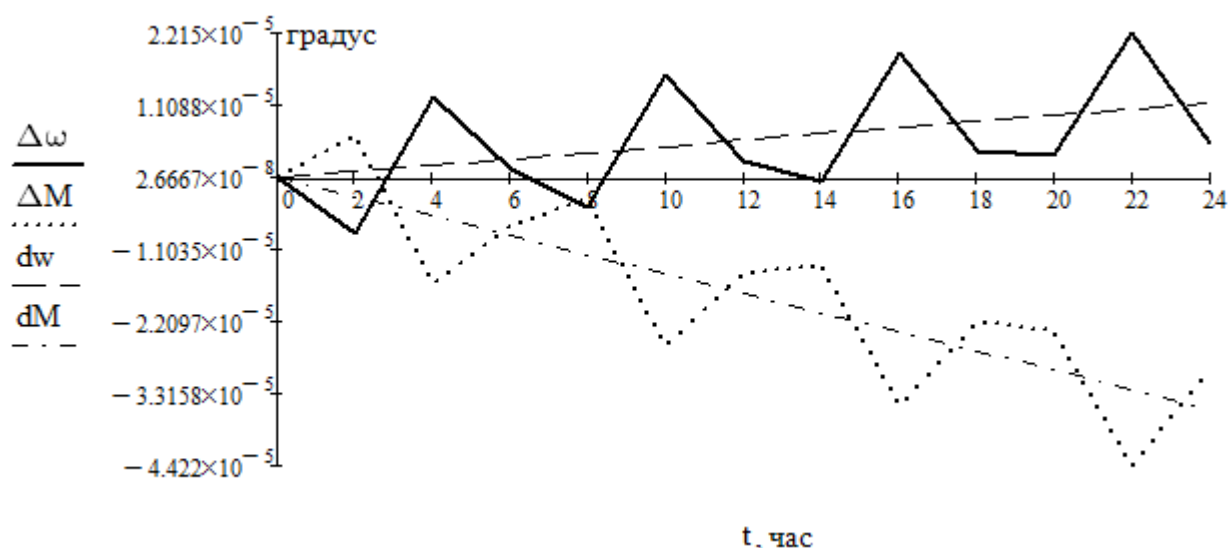


Рис. 3. Влияние релятивистских эффектов на изменение аргумента перигея и средней аномалии спутника GOCE

На рисунках заметно, что кроме периодических изменений аргументов широты и средних аномалий, есть еще вековые изменения этих параметров. Оценка вековых изменений аргументов широты $d\omega$ выполнена по следующим формулам:

$$\alpha = (\vec{t}^T \cdot \vec{t}) \cdot \vec{t}^T \cdot \Delta\omega;$$

$$d\omega = \alpha \cdot t, \tag{4}$$

где \vec{t} – вектор интервалов интегрирования.

Аналогичным путем выполнена оценка вековых изменений dM средних аномалий. Наклон линейных функций, их смещения и значения на суточном интервале представлены в табл. 2.

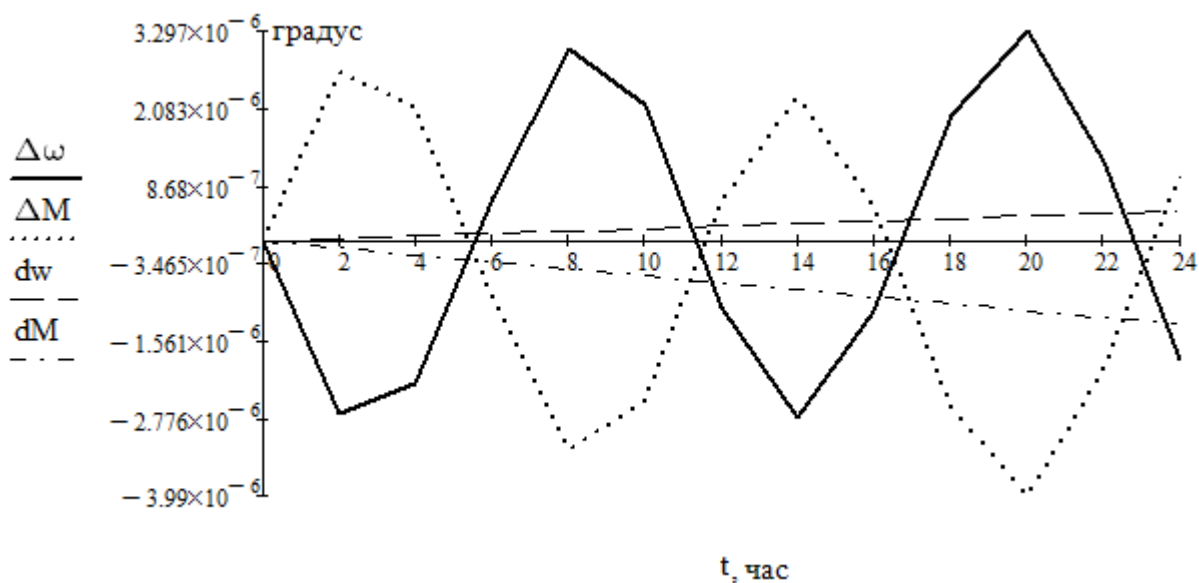


Рис. 4. Влияние релятивистских эффектов на изменение аргумента перигея и средней аномалии спутника ГЛОНАСС

Таблица 2

Коэффициенты и значения функции линейной регрессии на суточном интервале времени

Тип ИСЗ	Изменяемый параметр	Наклон линии (градус/час)	Значение (градус)
GOCE	$d\omega$	$4,783 \times 10^{-7}$	$1,148 \times 10^{-5}$
	dM	$-1,481 \times 10^{-6}$	$-3,554 \times 10^{-5}$
ГЛОНАСС	$d\omega$	$1,964 \times 10^{-8}$	$4,714 \times 10^{-7}$
	dM	$-5,426 \times 10^{-8}$	$-1,302 \times 10^{-6}$

В работе [1] получена формула для шварцшильдовского смещения аргумента перигея за один оборот. Преобразуя эту формулу для вычисления смещения в градусах за сутки, получим

$$d\omega = \frac{3\mu n}{ac^2(1-e^2)} \cdot \frac{180}{\pi} \cdot 86\,400. \quad (5)$$

Вычисленные по этой формуле смещения $d\omega$ имеют следующие значения:

- для спутника GOCE $1,163 \times 10^{-5}$ градуса;
- для спутника ГЛОНАСС $4,005 \times 10^{-7}$ градуса.

Порядок вычисленных значений смещений перигея совпадает со значениями в последнем столбце табл. 2. Совпадение указывает на правильность выполненных расчетов.

Численные эксперименты показали (см. рис. 1 и 2), что в результате влияния релятивистских эффектов на суточном интервале времени орбита спутника ГОСЕ сместилась на 2,82 м, орбита спутника ГЛОНАСС – на 0,35 м. Основываясь на результатах экспериментов, можно сделать вывод о том, что вклад в изменение траектории движения ИСЗ периодических колебаний больше, чем вклад вековых смещений, и на современном сантиметровом уровне точности вычисления орбит необходим учет релятивистских эффектов.

Работа выполнена при поддержке гранта 14-27-00068 Российского научного фонда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косарев Н. С., Щербаков А. С. Статистический анализ точности определения положений спутников систем ГЛОНАСС и GPS // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 9–18.
2. Проблемы обеспечения точности координатно-временных определений на основе применения ГЛОНАСС технологий / А. С. Толстикова, Ю. В. Сурнин, К. М. Антонович, В. А. Ащеулов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 3–11.
3. Антонович К. М. Пути развития ГНСС технологий в геодезии // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 52–57.
4. Карпик А. П., Липатников Л. А. Проблемы и перспективы точного позиционирования с использованием массовой аппаратуры потребителя ГНСС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 113–117.
5. Михайлович Е. В. Предварительная обработка спутниковых траекторных измерений // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 7–10.
6. Программный комплекс «ОРБИТА-СГГА» для определения орбитальных, геодезических и геодинамических параметров по результатам наблюдений ИСЗ / Ю. В. Сурнин, В. А. Ащеулов, Е. В. Михайлович, Н. К. Шендрик // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 16–21.
7. Стубарев Д. В., Толстикова А. С. Исключение выбросов в результатах траекторных измерений // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 28–32.
8. Восстановление и испытание программного комплекса «ОРБИТА-СГГА-2» для решения задач космической геодезии динамическим методом / Ю. В. Сурнин, В. А. Ащеулов, Е. В. Михайлович, Н. К. Шендрик // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1, ч. 2. – С. 52–58.
9. Горохова Т. И. Использование открытых алгоритмов обработки GNSS-измерений в системе геодезического мониторинга ГОСА // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 3. – С. 60–63.
10. Михайлович, Е. В. Результаты обработки траекторных измерений с использованием программного комплекса «ОРБИТА-СГГА-2» // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 1, ч. 1. – С. 255–258.

11. Брумберг В. А. Релятивистская небесная механика. – М.: Наука, 1972. – 382 с.
12. Kopeikin S., Efroimsky M., Kaplan G. Relativistic Celestial Mechanics of the Solar System. – Berlin: Wiley-VCH, 2011. – 860 pp.
13. Kopeikin S. M., Petrov A. N. Post-Newtonian celestial dynamics in cosmology: Field equations // *Phys. Rev.* – 2013. – D87 (4). arXiv:1301.5706, doi:10.1103/PhysRevD.87.044029.
14. Kopeikin S. M., Petrov A. N. Dynamic field theory and equations of motion in cosmology // *Annals of Physics.* – 2014. – 350. – P. 379–440. arXiv:1407.3846, doi:10.1016/j.aop.2014.07.029.
15. Kopejkin S. M. Relativistic Manifestations of gravitational fields in gravimetry and geodesy // *Manuscripta Geodaetica.* – 1991. – 16. – P. 301–312.
16. Landau L. D., Lifshitz E. M. The classical theory of fields, Pergamon Press, Oxford, UK, 1975.
17. Müller J., Soffel M. and Klioner S. A. Geodesy and relativity. *Journal of Geodesy.* – 2008. – 82. – P. 133–145, doi:10.1007/s00190-007-0168-7.
18. Урмаев М. С. Орбитальные методы космической геодезии. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
19. Сурнин Ю. В. Адаптивный алгоритм аппроксимации модели вращения Земли // *Вестник СГГА.* – 2010. – Вып 1 (12). – С. 63–69.
20. Елагин А. В. Методика определения конечно-элементной модели гравитационного поля Земли по спутниковым и наземным измерениям // *Вестник СГГА.* – 2006. – Вып. 11. – С. 46–52.

Получено 22.07.2015

© А. В. Елагин, И. Е. Дорогова, 2015

УДК 528.2:528.4

ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ МАСС ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ ЗЕМЛИ НА ЗНАЧЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Юрий Викторович Дементьев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)901-08-71, e-mail: dir.inst.dzp@ssga.ru

Анатолий Иванович Каленицкий

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)906-74-53, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Артем Владимирович Мареев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (953)865-45-78, e-mail: artemi2013@mail.ru

Исследовано влияние промежуточного слоя водных масс Земли. Установлено, что величина гравитационной поправки колеблется в пределах от 0,2 до 0,7 мГал, а вертикальный градиент поправки близок к нулю. Максимальный горизонтальный градиент по широте составляет примерно 0,01 мГал на 100 км, поэтому учитывать поправку за водные массы целесообразно только при планетарных исследованиях гравитационного поля.

Ключевые слова: промежуточный слой, топографическая редукция, гравитационная поправка, цифровая модель рельефа.

GRAVITATIONAL CORRECTION FOR THE INFLUENCE OF WATER MASSES OF THE INTERMEDIATE LAYER

Yuri V. Dementiev

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D, Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (913)901-08-71, e-mail: dir.inst.dzp@ssga.ru

Anatoly I. Kalenitsky

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D, Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (913)906-74-53, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Artem V. Mareev

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a graduate student, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (953)865-45-78, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

The influence of intermediate layer water masses of the Earth. Set the value of the gravitational corrections ranges from 0.2 to 0.7 mGal and the vertical gradient of the amendment is close to zero. The maximum horizontal gradient in latitude is about 0.01 mGal per 100 km, therefore, to

consider the amendment for water mass is only advisable if the planetary gravitational field research.

Key words: intermediate layer, topographic reduction, gravity correction, digital elevation model.

В работах [1–6] показано, что при решении редуционной задачи гравиметрии предпочтение следует отдать полной топографической редукции, когда учитывается притяжение масс сфероидического промежуточного слоя всей Земли с постоянной плотностью. При этом под промежуточным слоем следует понимать «слой переменной толщины, ограниченный сверху физической поверхностью Земли, снизу – уровнем относимости нормального поля» [7]. Очевидно, что в качестве уровня относимости нормального поля следует принять поверхность отсчетного эллипсоида.

Промежуточный слой состоит как из масс твердой Земли, так и из водных масс. Алгоритм вычисления гравитационной поправки за влияние масс промежуточного слоя твердой Земли достаточно хорошо отработан и реализован в виде комплекса вычислительных программ «Reduction», описанного в [8]. Однако исследованию влияния водных масс, выступающих над поверхностью уровня эллипсоида, уделено мало внимания.

Известно, что колебания высот морской топографической поверхности над геоидом не превосходят ± 2 м [9], поэтому будем считать, что эти поверхности совпадают. Тогда высоты топографической поверхности воды над эллипсоидом будут равны аномалиям высот ζ . При этом положительные значения аномалий высот образуют водный промежуточный слой, отрицательные – характеризуют толщину воздушного слоя, заключенного между морской поверхностью и поверхностью эллипсоида. На рисунке приведен график изменения аномалий высот с широтой B на меридиане с долготой L , равной 290° для модели гравитационного поля *EGM-2008*. Этот профиль характерен тем, что в нем практически отсутствуют массы твердой Земли.

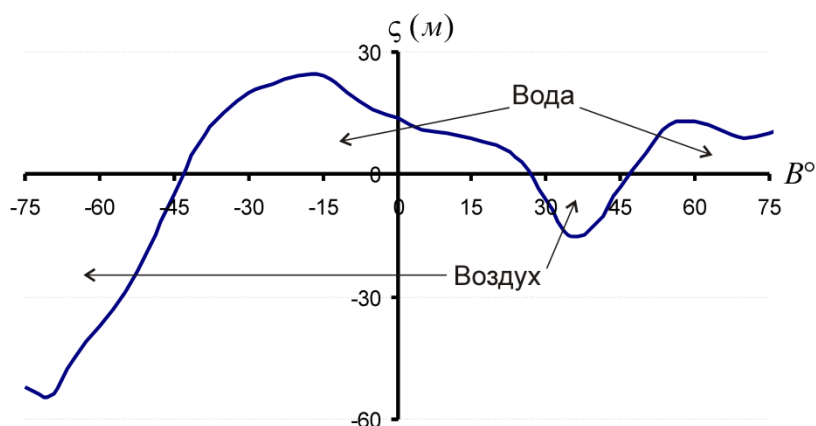


Рис. Высоты топографической поверхности воды над эллипсоидом

Методика вычисления гравитационной поправки δg_w за водный промежуточный слой аналогична методике расчета соответствующей поправки δg_s за твердый промежуточный слой. Отличие состоит лишь в значении плотности масс промежуточного слоя. При этом в качестве цифровой модели рельефа Земли следует использовать цифровую модель аномалии высот.

Для установления максимального влияния областей водных масс на поправку δg_w были рассчитаны ее значения при учете промежуточного слоя всей водной поверхности Земли, исключая область, ограниченную радиусом ρ относительно результирующей точки. Результаты вычислений для результирующих точек, расположенных на меридиональном профиле с долготой $L = 190^\circ$ и различными широтами B , приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние масс водного промежуточного слоя на значение гравитационной поправки δg_w

B°	Радиус ρ неучитываемой центральной области, км				
	1	10	50	100	200
1	2	3	4	5	6
80	0,402	0,402	0,402	0,398	0,394
70	0,375	0,375	0,375	0,372	0,369
60	0,373	0,373	0,373	0,369	0,365
50	0,361	0,361	0,361	0,359	0,357
40	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352
30	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364
20	0,398	0,398	0,398	0,397	0,394
10	0,437	0,437	0,437	0,434	0,431
0	0,471	0,471	0,470	0,467	0,463
-10	0,499	0,499	0,497	0,494	0,487
-20	0,506	0,506	0,503	0,499	0,491
-30	0,471	0,471	0,469	0,465	0,460
-40	0,406	0,406	0,406	0,404	0,402
-50	0,357	0,357	0,357	0,357	0,357
-60	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
-70	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327
-80	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325

Как видно из табл. 1, значение поправки главным образом определяют водные массы дальней области. Так, величина поправки при радиусе ρ неучтенной

(относительно результивной точки) области в 200 км отличается от соответствующей поправки при $\rho = 10$ км на величину не более чем $\pm 0,015$ мГал.

Исследования величин горизонтальных градиентов по меридиану G_ξ и параллели G_η привели к результатам, приведенным в табл. 2. При этом значение ρ принималось равным 10 км.

Таблица 2

Горизонтальные градиенты G_ξ и G_η поправки δg_w

Горизонтальный градиент G_ξ по меридиану ($L = 135^\circ$)			Горизонтальный градиент G_η по параллели ($B = 50^\circ$)		
B°	δg_w , мГал	G_ξ , мГал/ $^\circ$	L°	δg_w , мГал	G_η , мГал/ $^\circ$
1	2	3	4	5	6
0	0,700		140	0,415	
1	0,708	0,008	141	0,420	0,005
2	0,713	0,005	142	0,422	0,002
3	0,715	0,002	143	0,423	0,001
4	0,716	0,001	144	0,427	0,004
5	0,715	-0,001	145	0,430	0,003
6	0,713	-0,002	146	0,431	0,001
7	0,709	-0,004	147	0,432	0,001
8	0,705	-0,004	148	0,432	0
9	0,700	-0,005	149	0,432	0

Если учесть, что изменение широты B на один градус соответствует плановому изменению положения точки примерно на 100 км, то согласно данным табл. 2, максимальный горизонтальный градиент поправки δg_w по широте не превосходит 0,01 мГал/км.

Следует заметить, что вычисления, выполненные в других результивных точках, привели к аналогичным результатам.

Таким образом, выполненные многочисленные вычисления поправки δg_w со средней плотностью водных масс, равной $1\,030 \text{ кг/м}^3$, и аномалиями высот модели *EGM-2008* показали следующее.

1. Величина поправки колеблется в пределах от 0,2 до 0,7 мГал.
2. Значение поправки главным образом определяют массы дальней области. Так, величина поправки при радиусе ρ неучтенной (относительно результа-

тивной точки) области в 200 км отличается от соответствующей поправки при $\rho = 10$ км на величину не более чем $\pm 0,015$ мГал.

3. Вертикальный градиент поправки близок к нулю.

4. Максимальный горизонтальный градиент по широте составляет не более 0,01 мГал на 100 км, поэтому учитывать поправку δg_w целесообразно только при планетарных исследованиях гравитационного поля.

5. Объем водного промежуточного слоя для модели *EGM-2008* составляет $4,635 \cdot 10^{15} \text{ м}^3$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дементьев Ю. В. О редуциях силы тяжести // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 158–163.

2. Дементьев Ю. В., Кулик Е. Н., Дергачева Е. В. Построение планетарной цифровой модели рельефа и ее приложения // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 170–173.

3. Дементьев Ю. В. Зависимость поправок за плоский и сферический слои в неполной топографической редуции от толщины слоя и радиуса учитываемой зоны // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 13–17.

4. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И. О возможности и необходимости определения аномалий силы тяжести в полной топографической редуции // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 3–14.

5. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И., Черемушкин А. В. Выбор и обоснование оптимальных условий линейной интерполяции топографической редуции за влияние масс промежуточного слоя внешней области // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 18–26.

6. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И. Топографо-геодезическое обеспечение определения полной топографической редуции силы тяжести // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 3–8.

7. Каленицкий А. И. Еще раз о редуциях в гравиметрии // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 98–110.

8. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И. Алгоритмы и программы для вычислений в геодезии и гравиметрии: практикум / под общ. ред. А. И. Каленицкого. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 112 с.

9. Огородова Л. В. Высшая геодезия. Часть III. Теоретическая геодезия: учебник для вузов. – М.: Геодезкартиздат, 2006. – 384 с.

Получено 24.08.2015

© Ю. В. Дементьев, А. И. Каленицкий, А. В. Мареев, 2015

УДК 528; 550.3; 551

ОДНОМЕРНОЕ СФЕРИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ГЛОБАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КВАЗИГЕОИДА В НУЛЕВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ ТЕОРИИ МОЛОДЕНСКОГО

Денис Николаевич Голдобин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, инженер кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Елена Михайловна Мазурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Вадим Федорович Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Ирина Геннадьевна Ганагина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: gam0209@yandex.ru

Николай Сергеевич Косарев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, Плеханова 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Александра Михайловна Косарева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kosareva-am@yandex.ru

Для вычисления трансформант гравитационного поля Земли широко используются алгоритмы дискретных линейных преобразований, такие как быстрое преобразование Фурье, быстрое преобразование Хартли, вейвлет-преобразование. Данные алгоритмы, как правило, применяются для вычисления трансформант гравитационного поля Земли в плоской аппроксимации. Особенно данные алгоритмы эффективны, если исходная информация, например, аномалии силы тяжести, известны в узлах регулярной сетки.

В работе представлены алгоритм и результаты вычисления высот общеземного квазигеоида на основе одномерного сферического преобразования Фурье. Ввиду большого количества исходных данных, этот метод требует большего количества компьютерного времени, чем алгоритм двумерного сферического преобразования Фурье, но это намного быстрее, чем численное интегрирование. Кроме того, этот метод позволяет выполнять вычисления с загрузкой, что значительно экономит машинную память.

Ключевые слова: быстрое преобразование Фурье, глобальный квазигеоид, модель глобального квазигеоида в нулевом приближении.

ONE-DIMENSIONAL SPHERICAL FOURIER TRANSFORMATION AND ITS IMPLEMENTATION FOR THE CALCULATION OF THE GLOBAL MODEL QUASIGEOID WITH ACCURACY OF THE ZERO APPROACH OF MOLODENSKY'S THEORY

Denis N. Goldobin

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., engineer of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Elena M. Mazurova

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., professor of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Vadim F. Kanushin

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., docent of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Irina G. Ganagina

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., the head of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Nikolay S. Kosarev

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post-graduate student, department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Alexandra M. Kosareva,

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., graduate student of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

At present the method of discrete linear transformations, based on two-dimensional fast algorithms like Fast Fourier Transform (FFT), Fast Hartley Transform (FHT), Fast Wavelet Transform (FWT), and others, is widely used to determine the transformants of the Earth's gravitational field in flat approximation. These algorithms are especially effective if the original information (such as gravity anomaly) is known at the grid points.

The paper presents the results of calculation of the Stokes' integral using 1D spherical FFT technique. In the method presented, the one-dimensional Fourier transform is applied to the kernel of the integral specified and application in the east-west direction, combined with the summation over the parallels. Stokes' kernel presents singularities at the origin. In order to deal with this problem, a value of zero is forced at the origin when we are using FFT, and after the computations are done, the value for the origin has to be restored. For arrays of large-size data, this method requires more computer time than two-dimensional spherical FFT, but it is much faster than point wise integration. Besides, this method allows substitution calculations to be done, which saves considerably the computer memory.

Key words: Fast Fourier Transform (FFT), global quasigeoid, model global quasigeoid of the zero approach.

Введение

Глобальные модели гравитационного поля Земли играют важную роль при построении теорий движения искусственных спутников Земли, при моделировании геодинамических процессов и внутренней структуры Земли, при исследовании природных ресурсов, в океанографии, в морской и авиационной навигации и при решении оборонных задач, а также для высокоточного определения фигуры Земли, необходимой для установления общеземной системы координат [1–11]. В настоящее время наиболее эффективный метод вычисления высот квазигеоида основан на быстром преобразовании Фурье [12–14]. Такой подход позволяет практически решать задачу по строгим формулам теории Молоденского с точностью не только нулевого, но и первого и последующих приближений. Нахождение спектральных составляющих дискретного комплексного сигнала непосредственно по формуле дифференциального преобразования Фурье требует комплексных умножений и комплексных сложений. Так как количество вычислений, а, следовательно, и время вычислений приблизительно пропорциональны, то при больших массивах данных количество арифметических операций весьма велико. Поэтому нахождение спектра в реальном времени даже для современной вычислительной техники является сложной задачей. По этой причине представляют значительный интерес вычислительные процедуры, уменьшающие количество умножений и сложений. В настоящее время известны вычислительные методы и алгоритмы, позволяющие существенно повысить быстродействие вычислений за счет эффективного использования свойства равномерности расчетных точек по меридианам и параллелям. При определенных условиях наиболее производительным является алгоритм, базирующийся на использовании быстрого преобразования Фурье [12–14]. При этом затраты машинного времени существенно сокращаются, а результаты вычислений получаются в узлах регулярной сетки, что существенно облегчает их дальнейшее использование.

В данной работе представлена реализация алгоритма сферического одномерного преобразования Фурье (1D FFT) для расчета высот модели глобального квазигеоида. Блок-схема программного продукта представляет последовательность выполнения вычислений аномалии высоты по аномалиям силы тяжести, заданным в узлах регулярной сетки с шагом $\Delta\varphi \times \Delta\lambda$.

Оценена эффективность данного алгоритма (по времени выполнения) с численным интегрированием.

Алгоритм одномерного преобразования Фурье для расчета аномалии высоты на основании одномерной дискретного преобразования

Предлагаемый способ вычисления высоты квазигеоида базируется на использовании дискретной формы интеграла Стокса при известных аномалиях силы тяжести в свободном воздухе [15, 16]

$$\zeta_{\varphi_P}(\lambda_P) = \frac{R\Delta\varphi\Delta\lambda}{4\pi\gamma_P} \cdot \sum_{\varphi_q=\varphi_1}^{\varphi_n} \cos \varphi_q \cdot \sum_{\lambda_q=\lambda_1}^{\lambda_m} S_{\varphi}(\Delta\lambda_{pq}) \Delta g_{\varphi_q}(\lambda_q), \quad (1)$$

где $\zeta_{\varphi_P}(\lambda_P)$ – высота геоида во всех точках $\lambda_P \in [\lambda_1, \lambda_m]$ на параллели φ_P ;

γ_P – значение нормально силы тяжести на широте точек P ;

R – средний радиус Земли;

Δg – значение смешанной аномалии силы тяжести в узлах регулярной сетки;

$S_{\varphi}(\Delta\lambda_{pq})$ – функция Стокса (в такой форме записи подчеркивается, что она зависит только от $\Delta\lambda$ и значений φ_p и φ_q).

Как правило, функция Стокса задается в виде $S(\psi)$ и рассчитывается по формуле [17]

$$S(\Psi) = \frac{1}{\sin(\Psi/2)} - 4 - 6\sin(\Psi/2) + 10\sin^2(\Psi/2) \times \\ \times \left\{ 3 - 6\sin^2(\Psi/2) \right\} \cdot \ln \left\{ \sin(\Psi/2) + \sin^2(\Psi/2) \right\}, \quad (2)$$

где ψ – расстояние по дуге большого круга между точкой вычисления и текущей точкой, которое вычисляем по координатам, используя формулу

$$\sin^2\left(\frac{\Psi_{pq}}{2}\right) = \sin^2\left(\frac{\varphi_q - \varphi_p}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\lambda_q - \lambda_p}{2}\right) \cdot \cos \varphi_p \cdot \cos \varphi_q. \quad (3)$$

Выражение (1) можно вычислить по алгоритму [18]

$$\zeta_{\varphi_P}(\lambda_P) = \frac{R\Delta\varphi\Delta\lambda}{4\pi\gamma_P} \cdot F_1^{-1} \left\{ \sum_{\varphi_q=\varphi_1}^{\varphi_n} F_1 \left\{ S_{\varphi}(\Delta\lambda_{pq}) \right\} F_1 \left\{ \Delta g_{\varphi}(\lambda) \cos \varphi_q \right\} \right\}, \quad (4)$$

где φ_q – фиксированная широта.

Формула (4) положена в основу алгоритма вычисления высоты квазигеоида. Блок-схема сферического одномерного преобразования Фурье приведена на рис. 1. В результате реализации алгоритма одномерного преобразования Фурье построена модель общеземного квазигеоида.

Исходными данными для вычисления высот геоида являются аномалии силы тяжести в свободном воздухе Δg , вычисленные по модели геопотенциала EGM2008 в узлах регулярной сетки с шагом $5' \times 5'$ [19, 20]. Массив данных содержит $2\,160 \times 4\,320$ дискретных точек. Вычисления выполняются с востока на запад.

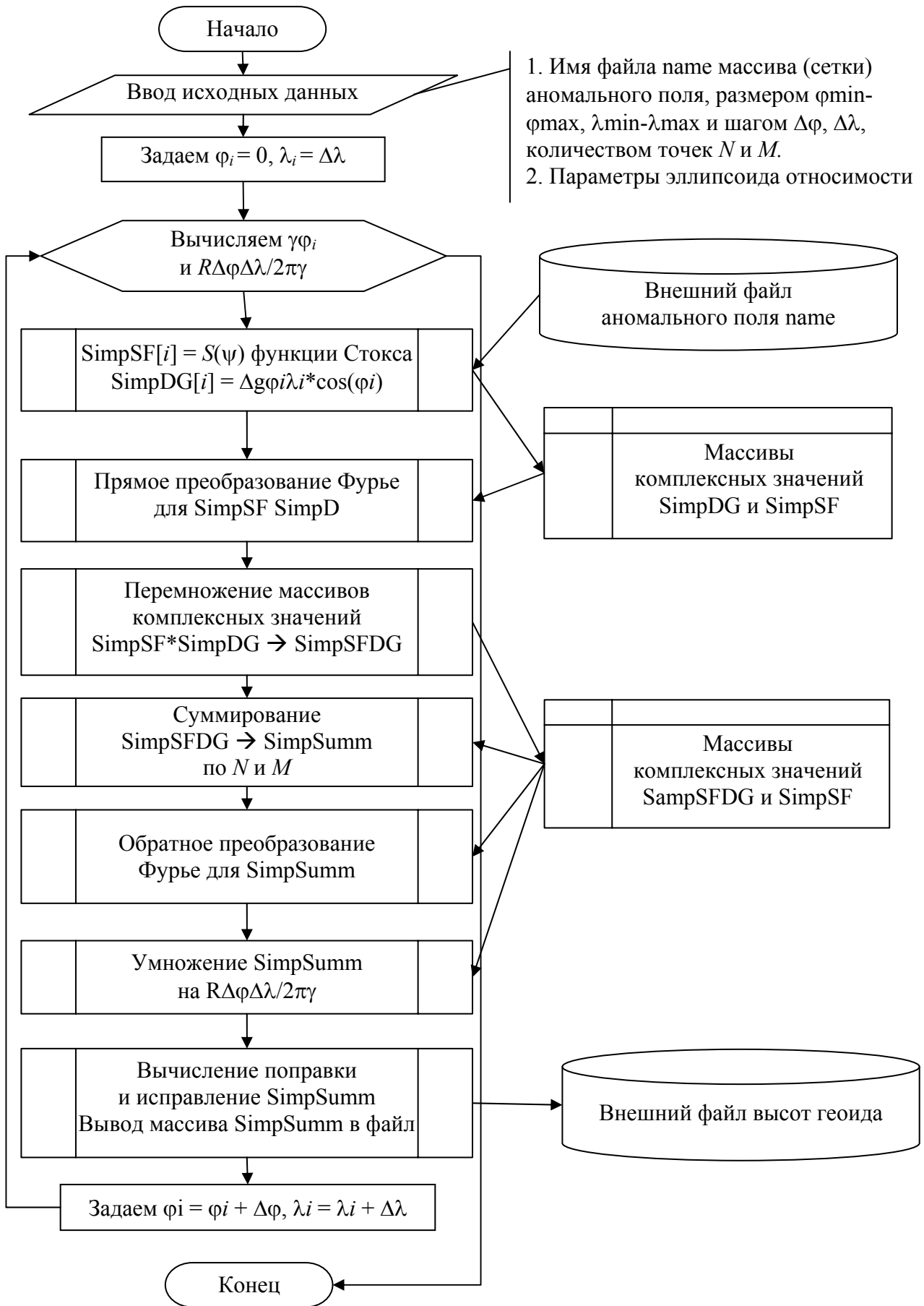


Рис. 1. Блок-схема алгоритма одномерного преобразования Фурье

Функция Стокса в точке P равна нулю, в результате значения высоты геоида в точках получают приближенными. Поэтому необходимо ввести поправку [15]

$$\delta\zeta(P) \approx \frac{S_0}{\gamma} \cdot \Delta g(P). \quad (5)$$

В формуле (5) S_0 – радиус зоны, которая вырезается вокруг точки вычисления, с целью избегания сингулярности. Такой подход применяется при вычислении высоты геоида методами численного интегрирования и с использованием специальной палетки.

Поскольку исходные данные расположены в узлах регулярной сетки, то вокруг точек P вместо круга с радиусом S_0 (5) вырезаем область $(\Delta x, \Delta y)$, а поправку вычисляем по формуле [18]

$$\delta\zeta(x_P, y_P) \approx \frac{\sqrt{\Delta x \Delta y}}{\gamma \sqrt{\pi}} \cdot \Delta g(x_P, y_P), \quad (6)$$

где $\Delta x = R\Delta\varphi$ и $\Delta y = R\Delta\lambda \cos(\varphi_P)$.

В результате реализации алгоритма сферического одномерного преобразования Фурье построена модель общеземного геоида (рис. 2).

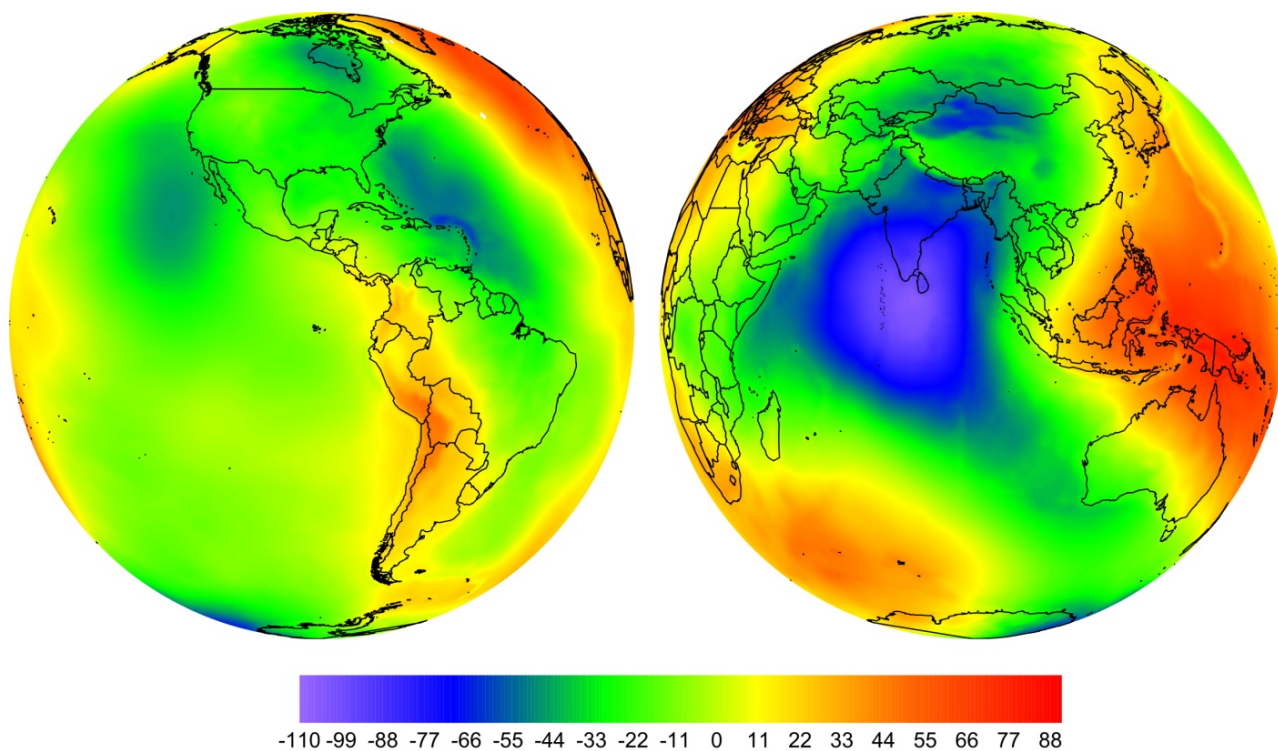


Рис. 2. Модель общеземного квазигеоида

Анализ сравнения вычислительных характеристик данного алгоритма с численным интегрированием при одинаковых машинных ресурсах показал следующее: выигрыш во времени составил около 70 %, а использование объема оперативной памяти снизилось на величину порядка 50 %.

На основании выполненных в данной работе исследований можно сделать основные выводы:

- высоты геоида вычисляются одновременно во всех точках, расположенных на одной широте, что дает существенную экономию времени вычислений;
- используется меньший объем оперативной памяти вычислений.

Метод одномерного сферического преобразования Фурье с учетом его технических преимуществ имеет перспективы использования для получения моделей высот геоида на равнинных территориях без значительных аномалий силы тяжести с приемлемой точностью.

Работа выполнена при поддержке гранта 14-27-00068 Российского научного фонда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование спектральных характеристик глобальных моделей гравитационного поля Земли, полученных по космическим миссиям CHAMP, GRACE и GOCE / А. П. Карпик, В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова // Гироскопия и навигация. – 2014. – № 4 (87). – С. 34–44.
2. Сравнение спутниковых моделей проекта GOCE с различными наборами независимых наземных гравиметрических данных / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова, А. М. Косарева, Н. С. Косарев // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 21–35.
3. Оценка разрешающей способности и точности ультравысокостепенной глобальной гравитационной модели EGM-2008 / А. П. Карпик, В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, А. М. Косарева, Н. С. Косарев // Сборник материалов. – М.: Изд-во «Прспект», 2014. – С. 23–28.
4. Современные глобальные модели гравитационного поля Земли и их погрешности / В. Н. Конешов, В. Б. Непоклонов, Р. А. Сермягин, Е. А. Лидовская // Гироскопия и навигация. – 2013. – № 1 (80). – С. 107–118.
5. Косарев Н. С., Щербаков А. С. Статистический анализ точности определения положений спутников систем ГЛОНАСС и GPS // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 9–18.
6. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Использование космических технологий для выявления связи гравитационного поля с внутренним строением Земли на акватории арктического бассейна // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 192–197.
7. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Моделирование аномального гравитационного поля в арктическом бассейне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 178–181.
8. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Применение дифференциального уравнения параболического типа для решения задач динамической геодезии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография,

маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 214–219.

9. Исследование динамики физической поверхности и гравитационного поля Земли, обусловленных производством горных выработок на Малевском месторождении / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, И. А. Басова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 14–18.

10. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Анализ изменений гравитационного поля и высот квазигеоида, обусловленных сейсмической активностью // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 3–8.

11. Карпик А. П., Гиенко Е. Г., Косарев Н. С. Анализ источников погрешностей преобразования координат пунктов спутниковых геодезических сетей // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 55–62.

12. Мазурова Е. М. О краевой задаче геодезии в плоской аппроксимации с точностью нулевого приближения теории Молоденского на основе преобразования Фурье // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 5. – С. 14–22.

13. Мазурова Е. М., Багрова А. С. К вопросу о вычислении аномалии высоты на основе вейвлет-преобразования и быстрого преобразования Фурье в плоской аппроксимации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2008. – № 4. – С. 6–9.

14. Мазурова Е. М., Лапшин А. Ю., Меньшова Е. В. К вопросу о сравнении методов вычисления аномалии высоты // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 4. – С. 40–44.

15. Stokes G. G. On the variation of gravity at the surface of the Earth // Transactions of the Cambridge Philosophical Society. – 1849. – Vol. 8. – P. 672–695.

16. Hotine M. Mathematical Geodesy, ESSA Monograph 2, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C. – 1969. – 234 p.

17. Haagmans R., E. De Min, M. Van Gelderen Fast evaluation of convolution integrals on the sphere using 1D FFT, and a comparison with existing methods for Stokes' integral // Manuscripta geodaetica. – 1993. – Vol. 18, № 5. – P. 227–241.

18. Strang van Hees, G. Stokes formula using fast Fourier techniques // Manuscripta geodaetica, 1990. – Vol. 15, № 4. – P. 235–239.

19. Pavlis N. K., Holmes S. A., Kenyon S. C. and Factor J. K. The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008) // J. Geophys. Res., 2012. – Vol. 117, doi:10.1029/2011/BOO8916.

20. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Современные проблемы физической геодезии: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 123 с.

Получено 22.07.2015

© Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова, В. Ф. Канушин,
И. Г. Ганагина, Н. С. Косарев, А. М. Косарева, 2015

УДК 528.2; 530.12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ И ВЫСОТ В ГЕОДЕЗИИ ПОСРЕДСТВОМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ И СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Вадим Федорович Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Александр Петрович Карпик

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор, ректор, e-mail: rector@ssga.ru

Денис Николаевич Голдобин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, инженер кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Ирина Геннадьевна Ганагина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Елена Геннадьевна Гиенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Николай Сергеевич Косарев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, Плеханова 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

В работе рассмотрено определение разностей потенциалов силы тяжести, необходимых для построения глобального геоида, путем высокоточных измерений силы тяжести с использованием современных гравиметров и координатных определений с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Определение высокоточного глобального геоида как эквипотенциальной (уровенной) поверхности гравитационного потенциала обусловлено необходимостью создания единой отсчетной поверхности для установления глобальной системы высот.

В работе представлены результаты эксперимента по определению разности потенциалов и высот между пунктами в селе Шебалино и на перевале Семинский на территории Горного Алтая, с использованием высокоточных измерений силы тяжести и ГНСС-измерений. Разработана оптимальная методика гравиметрических измерений, сделан вывод рабочих формул и выполнена оценка влияния ошибок измерений на результат. Показано, что в условиях эксперимента для вычисления разности потенциалов и высот достаточно использовать линейные выражения (вклад нелинейной компоненты составляет величину 0,04 % от общего значения). Обоснованы требования к гравиметрическим и ГНСС-измерениям, выполняемым

с целью контроля определения разности геопотенциалов по релятивистскому смещению частоты квантовых генераторов.

Кроме этого, выполнено тестирование глобальной модели гравитационного поля Земли EIGEN-6C4 по данным геометрического нивелирования и ГНСС-измерений на территории Горного Алтая. Полученное расхождение аномалий высоты, равное 21 см, соответствует оценкам точности данной модели, выполненных для других территорий Земли.

Ключевые слова: гравитационный потенциал, гравиметрическая съемка, ГНСС-измерения, геодезические и нормальные высоты, модель гравитационного поля Земли EIGEN-6C4, релятивистский геоид, глобальная система высот.

THE DEFINITION OF GRAVITY POTENTIAL AND HEIGHTS DIFFERENCES IN GEODESY BY GRAVIMETRIC AND SATELLITE MEASUREMENTS

Vadim F. Kanushin

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., docent of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Alexander P. Karpik

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., rector, e-mail: rector@ssga.ru

Denis N. Goldobin

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., engineer of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Irina G. Ganagina

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., the head of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Elena G. Gienko

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., docent of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Nikolay S. Kosarev

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post-graduate student, department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

The determination of the gravity potential differences required to build a global geoid by high-precision measurements of gravity using modern gravimeters and coordinate definitions by global navigation satellite systems (GNSS) has been done.

The relevance of this work is that the determination of accurate global geoid as equipotential surface of the gravitational potential needed to a common reference surface for establishing the global height system.

The paper presents the results of experiments by definition of potential and heights differences between points in the village Shabalin and on the Seminsky pass in the Altai Mountains, using high-precision measurements of gravity and GNSS measurements. The optimal technique of gravimetric measurements is developed, the working formulas are derived, and the estimation of the influence of measurement errors on the results is produced. It is shown that under the experimental conditions to calculate the potential difference and the heights is enough to use linear expressions (the contribution of the nonlinear components is equal to 0.04% of the total value). Substantiation requirements for gravimetric and GNSS-measurements to control the determination of the difference between potential by the relativistic shift of the quantum oscillators frequency is given.

In addition, testing global models of gravitational field of the Earth EIGEN-6C4 according to geometric levelling and GNSS measurements on the territory of Gorny Altai has been done. The obtained differences of height anomalies, equals 21 cm, corresponds to the estimated accuracy of this model that were made for other areas of the Earth.

Key words: gravity potential, gravimetric survey, GNSS-measurements, geodetic and geometric height, global model of gravitational field of the Earth EIGEN-6C4, relativistic geoid, global system heights.

Введение

Данное исследование представляет собой необходимый раздел решения глобальной проблемы современной геодезии – определение высокоточного релятивистского геоида. Модель геоида с учетом геодезической высоты, полученной из измерений полностью релятивистской глобальной спутниковой системы, даст возможность определить нормальную высоту с миллиметровой точностью в реальном масштабе времени [1–5]. Такая точность позволит отказаться от трудоемких и дорогостоящих работ по наземному геометрическому нивелированию. В результате будет разработана наиболее точная на данный момент развития науки четырехмерная фундаментальная система пространственно-временных координат, направленная на решение задач геодезии и навигации с учетом релятивистских эффектов и гравитационного поля Земли.

Обычно разность потенциалов между двумя точками на физической поверхности Земли определяется из гравиметрических измерений и геометрического нивелирования. Недостатком данного метода является то, что практически невозможно соединить эти две точки в случае, если они расположены на удаленном расстоянии на разных континентах, потому что морская топографическая поверхность, разделяющая их, не является эквипотенциальной поверхностью. Другой метод определения разности потенциалов между двумя точками – метод Стокса или метод Молоденского. Однако метод Стокса дает приближенное решение из-за требования размещения измеренной силы тяжести на геоиде, что приводит к очевидным ошибкам. Метод Молоденского сложен и определяет математическую поверхность – квазигеоид. Переход от квазигеоида к геоиду практически невозможен, это опять приводит к проблеме при вычислении разности потенциалов двух точек, расположенных на разных континентах.

Таким образом, применение традиционного подхода для создания единой глобальной системы высот (с адекватной точностью) невозможно. Для решения этой проблемы А. Вјегһамаг [6] предложил определять разность геопотенциала между любыми двумя точками с помощью двух точных часов, расположенных в этих точках, используя эффект «замедления времени вблизи массивных тел», который в рамках общей теории относительности формально рассматривается в виде следующего выражения:

$$\frac{f_1 - f_2}{f_1} = \frac{1}{c^2} \cdot (W_1 - W_2), \quad (1)$$

где f_1 и f_2 – частоты мобильного стандарта частоты и времени; c – скорость света; W_1 и W_2 – гравитационные потенциалы в точках 1 и 2 соответственно.

В данном исследовании предусмотрено проведение высокоточных гравиметрических и ГНСС-измерений на пунктах в селе Шебалино и на перевале Семинский на территории Горного Алтая, с целью получения разности потенциалов силы тяжести и высот для тестирования и последующего изучения новой релятивистской модели глобального геоида с наивысшей на данный момент точностью.

В рамках этой цели авторами поставлены следующие задачи:

- 1) разработать оптимальную методику высокоточных гравиметрических измерений для определения разности потенциалов силы тяжести;
- 2) выполнить необходимые гравиметрические измерения и вычисления приращения силы тяжести между пунктами в селе Шебалино и на перевале Семинский на территории Горного Алтая;
- 3) выполнить обработку и проанализировать результаты измерений;
- 4) выполнить необходимые ГНСС-измерения и их обработку, получить геодезические высоты пунктов в системе ITRF2008, определить разности потенциалов силы тяжести между пунктами в селе Шебалино и на перевале Семинский;
- 5) произвести оценку точности новой глобальной модели гравитационного поля Земли EIGEN-6C4 [7] на территории Горного Алтая по данным ГНСС-измерений и геометрического нивелирования.

1. Гравиметрические измерения и их обработка

Для определения значения силы тяжести использовался гравиметр Scintrex CG-5 Autograv канадского производства [8]. Этот гравиметр зарекомендовал себя как надежный и высокоточный прибор с автоматизированным отсчитыванием и с возможностью записи результатов измерений в памяти прибора. Единичное измерение гравиметра представляет собой среднее значение из шести измерений в течение 1 секунды, стандартное отклонение единичного измерения менее 5мкГал. Внутреннее программное обеспечение позволяет накапливать

измерения на пункте за заданный период времени и определять среднее значение. В представленном исследовании авторами использован период накопления измерений, равный 60 секундам.

Лабораторные исследования гравиметра (суточные непрерывные измерения) показали следующие результаты:

- среднее квадратическое отклонение – $\pm 1,5$ мкГал,
- смещение нуля-пункта – 14 мкГал.

Гравиметрические измерения выполнены единым рейсом (рис. 1). В качестве исходного пункта принят гравиметрический пункт 1-го класса «СГГА» № 0165, расположенный в гравиметрической лаборатории СГУГиТ, на котором ранее выполнены многократные измерения абсолютного значения силы тяжести (гравиметр ГБЛ).

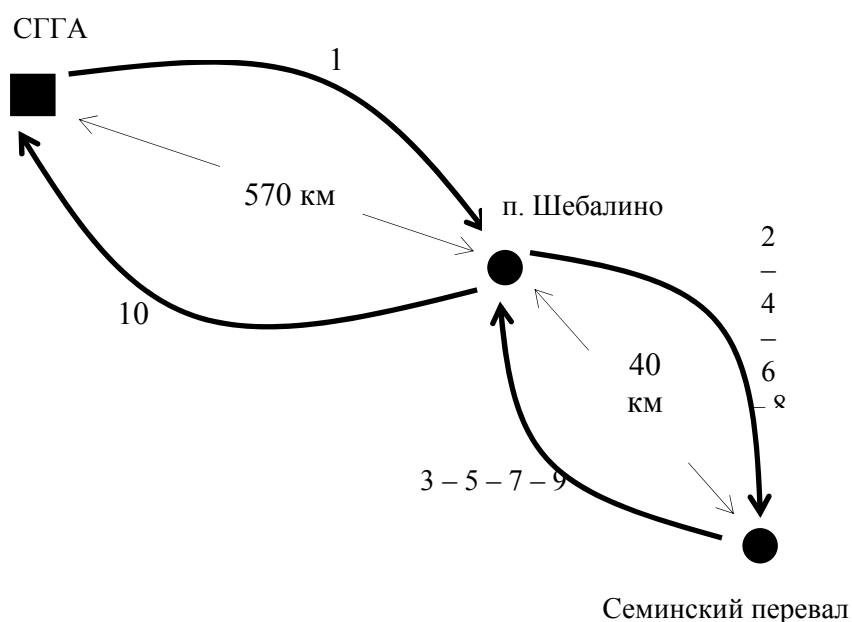


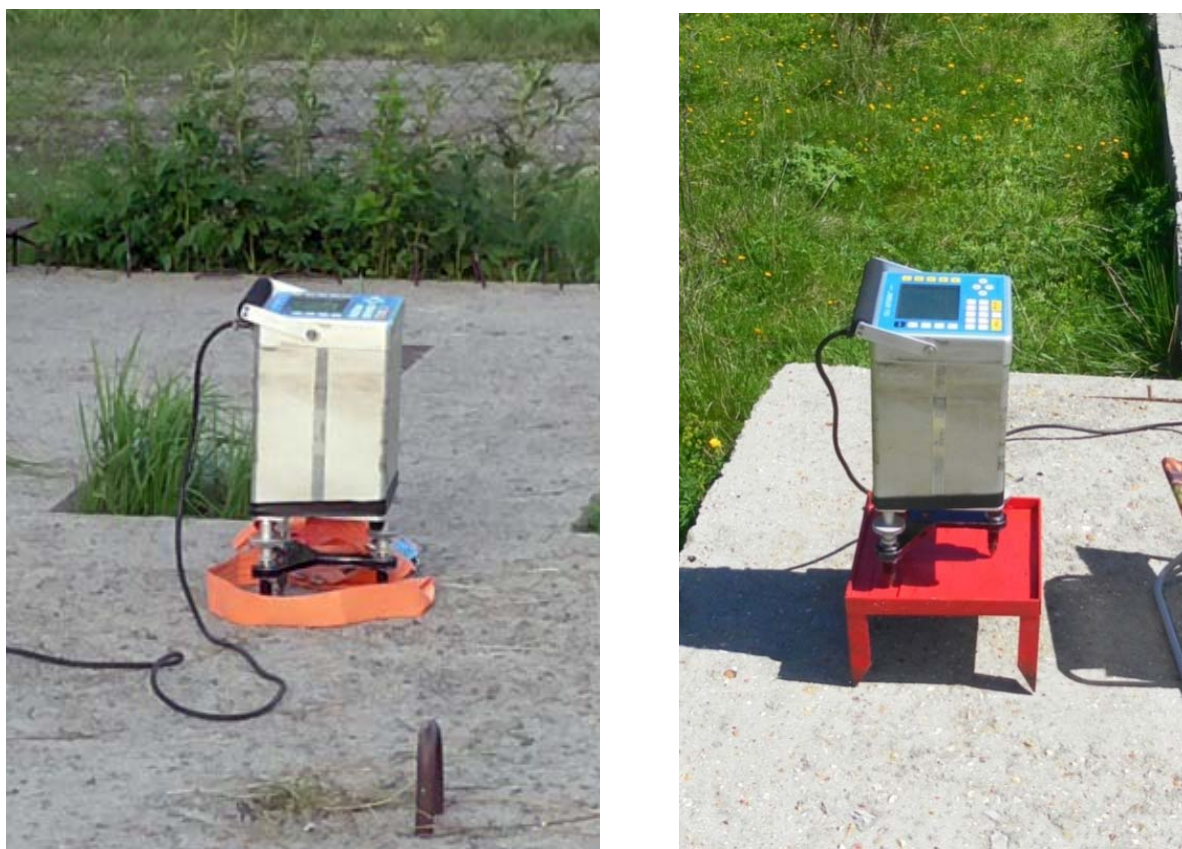
Рис. 1. Схема гравиметрического рейса

С момента лабораторных исследований и в течение всего периода экспериментальных исследований выполнялось поддержание непрерывной работы термостата гравиметра путем непрерывной подачи электропитания.

Для повышения надежности и исключения случайных ошибок измерения выполнялись сериями. Каждая серия включала в себя паузу для успокоения прибора (60 секунд), три отчета с периодом накопления каждого по 60 секунд. На каждом пункте выполнялось по три серии измерений.

Между пунктами «СГГА» № 0165 (Новосибирск) и N100001 (с. Шебалино) выполнена одна связь – «прямо и обратно». Между пунктами N100001 (с. Шебалино) и N100002 (Семинский перевал) выполнено четыре связи – «прямо и обратно».

На пунктах N100001 (с. Шебалино) и N100002 (Семинский перевал) в качестве оснований выбраны крупные бетонные плиты (рис. 2).



а)

б)

Рис. 2. Установка гравиметра на пунктах:

- а) гравиметр, установленный на пункте N100001 (п. Шебалино);
- б) гравиметр, установленный на пункте N100002 (Семинский перевал)

Во время измерений особое внимание обращалось на недопустимость локальных сейсмо- или вибрационных помех (от автотранспорта или человека), а также влияния ветра.

На пункте N100001 (с. Шебалино) дополнительно выполнено определение местного аномального вертикального градиента силы тяжести по 10 измерениям на двух высотных уровнях (рис. 3).

Полученное значение аномального вертикального градиента составило 0,275 мГал/м.

Обработка измерений выполнена в соответствии с Инструкцией по развитию государственной гравиметрической сети России [9] с некоторыми изменениями, обусловленными особенностями измерений.

Общая последовательность обработки следующая:

- исправление измерений за приливные изменения силы тяжести;

- фильтрация измерений в серии на пункте;
- исправление измерений за смещение нуля-пункта;
- определение средних значений измерений на пункте;
- приведение средних измеренных значений на высоту пункта;
- оценка точности.



Рис. 3. Измерение аномального вертикального градиента силы тяжести на пункте N100001 (с. Шебалино)

Поправка за лунно-солнечный прилив вычислена на основании формулы

$$\Delta g_{\text{лс}} = 1,17 \cdot \left[B1 \cdot \left(\cos(2 \cdot Z_{\text{л}}) + \frac{1}{3} \right) + B2 \cdot \left(\cos(2 \cdot Z_{\text{с}}) + \frac{1}{3} \right) \right], \quad (2)$$

где $Z_{\text{л}}$ и $Z_{\text{с}}$ – зенитные расстояния Луны и Солнца на момент измерения, вычислялись с использованием «Астрономического Ежегодника на 2015» [10], $B1 = 0,082\,489\,8$; $B2 = 0,037\,881\,8$.

Отбраковка измерений в серии на пункте выполнена в соответствии с критерием

$$\left| GRAV_{\text{ср},k} - GRAV_{i,k} \right| \leq 0,002 \text{ мГал}, \quad (3)$$

где $GRAV_{i,k}$ – i -й отсчет гравиметра в серии на k -м пункте;

$GRAV_{\text{ср},k}$ – среднее значение в серии отсчетов на k -м пункте.

Поправка за смещение нуля-пункта гравиметра вычислена по формуле

$$\Delta g_{\text{сн}} = k \cdot (T_i - T_{\text{н}}), \quad (4)$$

где $T_{\text{н}}$ – момент измерения на начальном пункте в рейсе;

T_i – момент измерения на i -м пункте в рейсе;

k – часовой уход нуля-пункта гравиметра, определяемый из соотношения:

$$k = \frac{g_{\text{лс,к}} - g_{\text{лс,н}}}{T_{\text{к}} - T_{\text{н}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{н}}$ – начальный момент измерения в рейсе;

$T_{\text{к}}$ – конечный момент измерения в рейсе;

$g_{\text{лс,к}}$ и $g_{\text{лс,н}}$ – соответственно, начальный и конечный отсчеты гравиметра на начальном пункте, исправленные за лунно-солнечный прилив.

Поправка за приведение измеренного значения к высоте пункта вычислена по формуле

$$\Delta g_h = (\Delta h - \Delta h_c) \cdot 0,275 \text{ мГал/м}, \quad (6)$$

где Δh – превышение гравиметра над пунктом, м;

h_c – константа гравиметра равная 0,218 м;

0,275 мГал/м – аномальный вертикальный градиент (определенный на пункте в с. Шебалино) с обратным знаком.

Оценка точности измерений (СКП единичного измерения $m_{\Delta g}$ и СКП среднего $M_{\Delta g_{\text{ср}}}$) выполнена по формулам

$$m_{\Delta g} = \pm \sqrt{\frac{\sum [d^2]}{n-1}}, \quad M_{\Delta g_{\text{ср}}} = \pm \frac{m_{\Delta g}}{\sqrt{n}}, \quad (7)$$

где d – отклонение от среднего на пункте;

n – количество измерений, принятых в обработку.

В табл. 1 приведены результаты гравиметрических измерений.

Таблица 1

Результаты гравиметрических измерений

Пункт	Δg от пункта № 0165, в мГал	$m_{\Delta g}$, в мГал
N100001 (п. Шебалино)	-585,370	0,003
N100002 (Семинский перевал)	-801,788	0,004

2. Высокоточные спутниковые координатные определения

Высокоточные ГНСС-измерения для получения координат пунктов в геоцентрической системе ITRF и вычисления точных разностей геодезических высот проводились по стандартной методике, описанной в Руководстве [11], с использованием двухчастотных двухсистемных ГНСС-приемников Leica Viva GS10. Продолжительность сеансов ГНСС-измерений была от 6,5 до 13 часов.

На рис. 4 и 5 показаны места установки ГНСС-аппаратуры.



Рис. 4. Установка ГНСС-аппаратуры на пункте SEMI (Leica Viva GS10)



Рис. 5. Установка ГНСС-аппаратуры на пункте T1 (Leica Viva GS10) и на пункте J1 (Javad SigmaQ G3T)

Обработка ГНСС-измерений выполнялась в лицензионном программном обеспечении Trimble Business Center (ТВС). На первом этапе была выполнена привязка исходного пункта T1 (Шебалино) к ближайшим пунктам IGS (NOVM, IRKJ, POL2) относительным методом с использованием ультрабыстрых эфемерид. В результате были получены координаты исходного пункта T1 в ITRF2008, с погрешностью из уравнивания 2-3 см.

После определения геоцентрических координат исходного пункта T1 было выполнено минимально ограниченное уравнивание в ITRF2008 с фиксацией координат пункта T1, и получены координаты точек стояния гравиметра с погрешностью от 2 до 5 см [12]. Разность геодезических высот между пунктами в селе Шебалино и на Семинском перевале, где устанавливался гравиметр, получилась равной 859,241 м с погрешностью 0,058 м.

3. Вычисление аномалии высоты и нормальных высот пунктов

Для вычисления разности нормальных высот в исследуемых точках были получены аномалии высоты по глобальной модели гравитационного поля Земли EIGEN-6C4 [13]. Дополнительная задача экспериментальных исследований заключалась в тестировании этой модели по данным ГНСС-измерений и геометрического нивелирования.

В управлении Росреестра по Республике Алтай была взята отметка ближайшего к точке Т1 пункта нивелирования IV класса в Балтийской системе высот. Геодезическая высота этого пункта в общеземной системе ITRF2008 получена из обработки ГНСС-измерений, с погрешностью 58 мм.

Высота квазигеоида ζ , вычисленная геометрическим методом, как разность нормальной и геодезической высот, имеет значение

$$\zeta = H^y - H_{ITRF2008} = -40,223 \pm 0,152 \text{ м.}$$

При оценке точности аномалии высоты учитывалась предельная погрешность нормальной высоты нивелирования IV класса, равная 140 мм ($20 \text{ мм} \cdot \sqrt{L_{\text{км}}}$, при длине хода 50 км [14]).

Далее выполнено сравнение вычисленной аномалии высоты со значением, полученным по модели EIGEN-6C4. Аномалия высоты, вычисленная в данной точке методом численного интегрирования, составила величину $\zeta_{\text{мод}} = -40,013 \text{ м}$. Погрешность представления аномалии высоты этой моделью декларируется разработчиками на уровне 10 см [13]. По результатам сравнения с данными ГНСС-измерений и геометрического нивелирования на территориях США, Канады, Европы и Австралии, СКП модели EIGEN-6C4 оценивается в 0,247; 0,136; 0,214 и 0,219 м, соответственно [15]. Полученное при эксперименте расхождение между вычисленным и модельным значением аномалии высоты составило величину 0,210 м, что соответствует общей погрешности вычисления $\Delta\zeta$.

Таким образом, выполнено подтверждение заявленной точности аномалии высоты, получаемой по глобальной модели гравитационного поля Земли EIGEN-6C4 в горной местности на территории Сибири, где ранее тестирование модели не проводилось. Как показывают исследования [16–23], данная модель по точности практически аналогична модели EGM2008.

Нормальная высота каждого пункта, участвующего в эксперименте, вычислялась как сумма геодезической высоты в СК ITRF2008 и аномалии высоты по модели EIGEN-6C4, с исключением смещения $\Delta\zeta$, полученного на исходном пункте нивелирования, то есть

$$H_i^y = H_{ITRF2008} - (\zeta_{\text{мод}i} + \Delta\zeta).$$

Таким образом, разность нормальных высот между пунктами Шебалино и Семинский, определенная по ГНСС-измерениям и модели EIGEN-6C4, составила величину 858,919 м с погрешностью 20 см.

Результаты определения нормальных высот пунктов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения нормальных высот пунктов

Точка	Аномалия высоты по модели $\zeta_{\text{мод}}, \text{ м}$	Поправка в аномалию высоты $\Delta\zeta, \text{ м}$	Геодезиче- ская высота $H^f, \text{ м}$	Нормальная высота $H^g, \text{ м}$	СКП, м
Пункт нивели- рования IV кл.	-40,013	-0,210	854,446	894,669	0,200
Шебалино	-39,996	-0,210	843,176	883,382	0,200
Семинский	-39,674	-0,210	1702,417	1742,301	0,200
Разность	0,322	0	859,241	858,919	

4. Теория определения разности потенциалов и высот между двумя пунктами посредством гравиметрических и спутниковых измерений

Если направление силы тяжести g противоположно элементарному перемещению Δh материальной точки с массой, равной единице, то приращение потенциала силы тяжести определяется формулой [24]

$$\Delta W = -g \cdot \Delta h \quad (8)$$

Ограничиваясь учетом первых двух членов разложения в ряд Тейлора, получим разность потенциалов силы тяжести между точками 1 и 2 по следующей формуле:

$$W_1 - W_2 = \left(\frac{dW}{dh} \right)_2 \cdot h_2 - \left(\frac{dW}{dh} \right)_1 \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \left(\frac{d^2W}{dh^2} \right)_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot \left(\frac{d^2W}{dh^2} \right)_1, \quad (9)$$

где h_1 и h_2 – отметки высот в точках 1 и 2 соответственно. Так как

$$\left(\frac{dW}{dh} \right)_1 \cdot h_1 = g_1 \cdot h_1 \quad \text{и} \quad \left(\frac{dW}{dh} \right)_2 \cdot h_2 = g_2 \cdot h_2, \quad (10)$$

где g_1 и g_2 – значения силы тяжести в точках на земной поверхности, то выражение (9) можно записать в следующем виде:

$$W_1 - W_2 = g_2 \cdot h_2 - g_1 \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \left(\frac{dg}{dh} \right)_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot \left(\frac{dg}{dh} \right)_1. \quad (11)$$

Преобразуем эту формулу к следующему виду:

$$W_1 - W_2 = \frac{1}{2} \cdot (h_2 - h_1) \cdot (g_1 + g_2) + \frac{1}{2} \cdot (h_2 + h_1) \cdot (g_2 - g_1) + \frac{h_2^2}{2} \cdot \left[\left(\frac{dg}{dh} \right)_2 - \left(\frac{dg}{dh} \right)_1 \right] + \frac{1}{2} \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot \left(\frac{dg}{dh} \right)_1. \quad (12)$$

Выполним оценку влияния членов справа в формуле (12) на значение разности потенциалов $W_1 - W_2$, для условий измерений на пунктах Шебалино и Семинский, по данным табл. 1 и 2.

Значения компонент формулы (12) приведены в табл. 3. При вычислениях учитывалось, что в реальном поле силы тяжести разность вертикальных градиентов может составить величину $\left[\left(\frac{dg}{dh} \right)_2 - \left(\frac{dg}{dh} \right)_1 \right] \leq 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-2}$ [22]. Вертикальный градиент силы тяжести был взят равным $\left(\frac{dg}{dh} \right) = 3 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-2}$.

Таблица 3

Оценка влияния членов формулы (12) на значение разности потенциалов

Формула	Значение, м ² /с ²	Вклад, %
$(h_2 - h_1) \cdot g_{\text{ср}}$	8 327,89	100
$(g_2 - g_1) \cdot h_{\text{ср}}$	2,84	0,03
$\frac{h_2^2}{2} \left[\left(\frac{dg}{dh} \right)_2 - \left(\frac{dg}{dh} \right)_1 \right]$	$\leq 3,03$	$\leq 0,04$
$\frac{[h_2^2 - h_1^2]}{2} \left(\frac{dg}{dh} \right)_1$	3,38	0,04

По данным таблицы видно, что первое слагаемое формулы (12)

$$\Delta W' = (h_2 - h_1) \cdot g_{\text{ср}} \quad (13)$$

есть главная величина разности потенциалов ($W_1 - W_2$). Остальные члены формулы имеют малое влияние на результат.

Таким образом, можно вычислять разность потенциалов по линейной формуле

$$W_1 - W_2 = g_2 \cdot h_2 - g_1 \cdot h_1. \quad (14)$$

Разность высот между точками 1 и 2 может быть выражена из формулы (12) как

$$H_2^g - H_1^g = \frac{W_1 - W_2}{g_{cp}} = (h_2 - h_1) \cdot \frac{g_2}{g_{cp}} + \frac{g_2 - g_1}{g_{cp}} \cdot h_1, \quad (15)$$

где $g_{cp} = \frac{g_1 + g_2}{2}$ – среднее значение силы тяжести между точками 1 и 2.

Последний член в формуле (15) имеет значение при аномальном гравитационном поле и при значительных расстояниях между точками. В данном исследовании (при расстоянии между пунктами 35 км и отметке пункта $h_1 = 883,382$ м) этот член составляет величину (-0,194 м). Первый член в формуле (15) при разности высот 858,919 м между пунктами 1 и 2, составляет 858,824 м. Таким образом, влияние второго члена на вычисление разности высот $H_2^g - H_1^g$ между пунктами хода составляет всего 0,02 %.

Сводка результатов вычислений разностей высот и потенциала силы тяжести между пунктом 1 в селе Шебалино и пунктом 2 на Семинском перевале дана в табл. 4.

Таблица 4

Сводка результатов вычислений разностей высот и потенциалов силы тяжести между пунктами

Пункты	H^r , м	ζ , м	H^g , м	Δg , мГал	G , м/с ²	ΔW , м ² /с ²
Шебалино	843,176	-40,206	883,382	-585,370	9,808 73	8 664,855 5
Семинский	1 702,417	-39,884	1 742,301	-801,788	9,806 57	17 085,996 7
Разности	859,241	-0,382	858,919	-216,418	$2,16 \cdot 10^{-3}$	8 421,141 2
					dH	858,630 м

По данным табл. 4 можно сделать следующий вывод.

Разность высот между пунктами 1 и 2, полученная по формуле (15), отличается от соответствующей разности геодезических высот ΔH^r на 0,611 м, а от разности нормальных высот Δh – на 0,289 м. Данные отличия обусловлены тем, что согласно [25, с. 29], по формуле (15) вычисляется разность местных динамических высот.

По результатам вычисления разности потенциалов силы тяжести на пунктах Шебалино и Семинский получено расчетное релятивистское смещение частоты атомных часов (формула (1)), равное $9,36 \cdot 10^{-14}$. Данное значение на один-два порядка больше стабильности современных мобильных стандартов частоты [26]. Следовательно, разность потенциалов силы тяжести может быть получена по непосредственным измерениям релятивистского смещения частоты в гравитационном поле [27].

5. Оценка погрешностей разностей высот и геопотенциала

В работе выполнена оценка погрешностей разностей высот и геопотенциала. Для этого продифференцировано выражение (15)

$$dH^q = \frac{g_2}{g_{cp}} \cdot d(h_2 - h_1) + \frac{d(h_2 - h_1)}{g_{cp}} - \frac{(h_2 - h_1) \cdot g_2}{g_{cp}^2} \cdot dg_{cp} - \frac{(g_2 - g_1) \cdot h_1}{g_{cp}^2} \cdot dg_{cp} + \frac{h_1}{g_{cp}} \cdot d(g_2 - g_1) + \frac{(g_2 - g_1)}{g_{cp}} \cdot dh_1. \quad (16)$$

Полученная в формуле (16) зависимость ошибки dH^q от ошибок измеренных и данных величин позволяет установить требования к точности измерений.

Требования к точности среднего значения g_{cp} силы тяжести при вычислении разности высот $H_2^g - H_1^g$ по формуле (15) обусловлены дифференциальным соотношением

$$dH^q = \left[\frac{(h_2 - h_1) \cdot g_2 - (g_2 - g_1) \cdot h_1}{g_{cp}^2} \right] \cdot dg_{cp}. \quad (17)$$

При $dH_g^q = 0,03$ м, $(h_2 - h_1) = 858,919$ м и $g_2 - g_1 = 0,00217$ м·с⁻² должно быть $dg_{cp} = 3,49 \cdot 10^{-5}$ м·с⁻². Если $dH_g^q = 100$ м, то должно быть $dg_{cp} = 0,116$ м·с⁻².

Требования к точности определения разности высот $(h_2 - h_1)$ при вычислении разности высот $H_2^g - H_1^g$ по формуле (15) обусловлены дифференциальным соотношением

$$dH_h^q = \frac{g_2}{g_{cp}} \cdot d(h_2 - h_1). \quad (18)$$

При $dH_g^q = 0,03$ м, $g_2 = 9,80874$ м·с⁻² и $g_{cp} = 9,807657$ м·с⁻² должно быть $d(h_2 - h_1) = 0,029$ м. Если $dH_g^q = 100$ м, то должно быть $d(h_2 - h_1) = 99,989$ м.

Требования к точности определения разности $g_2 - g_1$ при вычислении разности высот $H_2^g - H_1^g$ по формуле (15) обусловлены дифференциальным соотношением

$$dH_g^q = \frac{h_1}{g_{cp}} \cdot d(g_2 - g_1). \quad (19)$$

При $dH_g^q = 0,03$ м, $h_1 = 883,382$ м и $g_{cp} = 9,807\ 657$ м·с⁻² должно быть $d(g_2 - g_1) = 3,33 \cdot 10^{-4}$ м·с⁻². Если $dH_g^q = 100$ м, то должно быть $d(g_2 - g_1) = 1,11$ м·с⁻².

По результатам выполненных оценок можно сделать вывод, что для контроля вычисления разности потенциалов по релятивистскому смещению частоты квантовых часов со стабильностью 10^{-14} достаточно выполнять гравиметрические измерения силы тяжести с погрешностью $0,116$ м/с², и ГНСС-измерения высоты с погрешностью $0,03$ м.

Заключение

В результате проведенных исследований выработана оптимальная методика гравиметрических измерений с высокоточным гравиметром Scintrex CG-5 Autograv для определения разностей геопотенциалов в условиях Горного Алтая с большим перепадом высот.

Из общего математического выражения выведены рабочие формулы для вычисления разности потенциалов силы тяжести. Как показали расчеты, для данных условий эксперимента вычисление разности потенциалов силы тяжести достаточно производить по линейной формуле (14), поскольку нелинейные члены формулы (12) составляют величину не более $0,04$ % от общего значения.

Выполнена оценка погрешностей разностей геопотенциала и высот, определены требования к точности измерений в зависимости от ошибок измеренных и данных величин.

По результатам экспериментальных исследований вычислена разность потенциалов силы тяжести между пунктами село Шебалино и Семинский перевал, а также разность местных динамических высот. Последняя величина отличается от разности нормальных высот и от разности геодезических высот на $0,289$ м и $0,611$ м соответственно. Разность высот, вычисленную по измерениям разности геопотенциалов по формуле (15), следует интерпретировать как разность именно местных динамических высот.

Вычисленное по данным гравиметрических и ГНСС-измерений релятивистское смещение частоты между пунктами в селе Шебалино и Семинский перевал составило величину $9,36 \cdot 10^{-14}$. Такое значение может быть непосредственно измерено современными мобильными атомными часами.

По данным ГНСС-измерений и геометрического нивелирования сделана оценка точности аномалии высоты, получаемой численным интегрированием глобальной модели EIGEN-6C4. Расхождение между модельной и измеренной аномалией высоты в контрольной точке на территории Горного Алтая составило величину 21 см, что соответствует подобным значениям, полученным на территориях Европы, США, Австралии и Канады.

Полученные практические результаты будут полезны при дальнейшем планировании экспериментальных исследований и выводе точного релятивистского геоида для формирования единой мировой системы высот.

Работа выполнена при поддержке гранта 14-27-00068 Российского научного фонда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

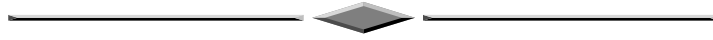
1. Kopeikin S., Efroimsky M., Kaplan G. Relativistic celestial mechanics of the solar system. – WILEY-VCH. Berlin, 2011. – 860 p.
2. Enrico M. Time, Atomic Clock and Relativistic Geodesy. – Deutsche Geodatische Kommission. Munchen, 2013. – 126 p.
3. Kopeikin S. M., Mazurova E. M., Karpik A. P. // Towards an exact relativistic theory of Earth's geoid undulation// Physics Letters A 379(2015) 1555-1562.
4. Копейкин С. М., Мазурова Е. М., Карпик А. П. «Relativistic Aspect of SLR/LLR/GPS Geodesy», 5-я сессия 19-й международной школы-семинара в городе Анаполис, США, 27–31 октября 2014 года (приглашенный доклад) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ilrs.gsfc.nasa.gov/ilrw19/docs/2014/Presentations/3144Kopeikin presentation.pdf](http://ilrs.gsfc.nasa.gov/ilrw19/docs/2014/Presentations/3144Kopeikin%20presentation.pdf)
5. Kopeikin S. M., Petrov A. N. // Equations of motion in an Expanding Universe//Equations of Motion in Relativistic Gravity, Ed. by D. Puetzfeld, C. Lammerzahn, B. Schutz, p. 689-757. ISBN: 978-3-319-18334-3, Fundamental Theories of Physics Series, Vol. 179. Springer, 2015.
6. Bjerhammar A. On a relativistic geodesy // Bulletin Géodésique, 1985. – Vol. 59, № 3. – P. 207–220.
7. International Centre for Global Earth Models (ICGEM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>
8. Портативный автоматический гравиметр CG-5 AutoGrav [Электронный ресурс]. – Режим доступа: geoget.ru/images/stories/CG-5.pdf
9. ГКИНП ГНТА-04-122-03. Инструкция по развитию высокоточной государственной гравиметрической сети России. – М.: ЦНИИГАиК, 2004. – 110 с.
10. Астрономический Ежегодник на 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ipa.nw.ru.
11. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых сетей ГЛОНАСС/GPS. – М., ЦНИИГАиК, 2003. – 65 с.
12. Карпик А. П., Гиенко Е. Г., Косарев Н. С. Анализ источников погрешностей преобразования координат пунктов спутниковых геодезических сетей // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 55–62.
13. A preliminary update of the Direct approach GOCE Processing and a new release of EIGEN-6C / Förste C., Bruinsma S. L., Flechtner F., Marty J. C., Lemoine J. M., Dahle C., Abrikosov O., Neumayer K. H., Biancale R., Barthelmes F., Balmino G. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>
14. ГКИНП (ГНТА)-03-010-02. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М.: ЦНИИГАиК, 2003. – 134 с.
15. ICGEM in Geodesists Handbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/documents/ForHandbookPeriod2011-15.pdf>
16. Исследование спектральных характеристик глобальных моделей гравитационного поля Земли, полученных по космическим миссиям CHAMP, GRACE и GOCE / А. П. Карпик, В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова // Гироскопия и навигация. – 2014. – № 4 (87). – С. 34–44.
17. Сравнение спутниковых моделей проекта GOCE с различными наборами независимых наземных гравиметрических данных / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова, А. М. Косарева, Н. С. Косарев // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 21–35.

18. Оценка разрешающей способности и точности ультравысокостепенной глобальной гравитационной модели EGM-2008 / А. П. Карпик, В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, А. М. Косарева, Н. С. Косарев: сборник материалов. – М.: Проспект, 2014. – С. 23–28.
19. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Использование космических технологий для выявления связи гравитационного поля с внутренним строением Земли на акватории арктического бассейна // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 192–197.
20. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Моделирование аномального гравитационного поля в арктическом бассейне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 178–181.
21. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Применение дифференциального уравнения параболического типа для решения задач динамической геодезии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 214–219.
22. Исследование динамики физической поверхности и гравитационного поля Земли, обусловленных производством горных выработок на Малевском месторождении / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, И. А. Басова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 14–18.
23. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Анализ изменений гравитационного поля и высот квазигеоида, обусловленных сейсмической активностью // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 3–8.
24. Еремеев В. А., Юркина М. И. Теория высот в гравитационном поле Земли. – М.: Недра, 1971. – 144 с.
25. Бровар В. В. Гравитационное поле в задачах инженерной геодезии. – М.: Недра, 1983. – 112 с.
26. Стандарт Частоты и Времени Водородный пассивного типа Ч1-1007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vremya-ch.com/russian/product/indexf4cc.html?Id=28&Razdel=1>
27. Радиофизический метод измерения гравитационного потенциала Земли: состояние и перспективы развития / Г. С. Сидоренко, В. Н. Романько, С. А. Матвиенко, А. В. Прокопов, О. В. Романько [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.geospace.ru/issues/iss1/article8.pdf>

Получено 27.07.2015

© В. Ф. Канушин, А. П. Карпик, Д. Н. Голдобин,
И. Г. Ганагина, Е. Г. Гиенко, Н. С. Косарев, 2015

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ



УДК 528.71:553.98

ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МАЛОИЗУЧЕННЫХ И МАЛОПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Андрей Юрьевич Белоносов

Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 625026, Россия, г. Тюмень, ул. Таймырская, 74, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (3452)68-87-92, e-mail: belonosov74313@mail.ru

Анатолий Иванович Каленицкий

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)906-74-53, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

В мезозойском осадочном чехле углеводородных скоплений в Курганской области не обнаружено. Геологические концепции поисков залежей нефти и газа в доюрском фундаменте отсутствуют, хотя предпосылки к этому есть. Для оптимальной стратегии поисков углеводородных скоплений в палеозойском фундаменте необходимо было использовать методы дистанционного зондирования Земли. Зондирование территории Курганской области из космоса выполнено геотермическим методом. Тепловые аномалии подверглись наземной проверке методом вариационной углеводородной съемки. Выявлены перспективные прогнозные площади. Рекомендовано проведение дальнейших геологоразведочных работ, включая параметрическое и поисковое бурение.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, дистанционный геотермический метод, нефтегазоносность, палеозойский фундамент, керн, геохимическая аномалия.

VERIFICATION OF REMOTE SENSING TO ASSESS THE PETROLEUM POTENTIAL POORLY KNOWN AND UNPROMISING AREAS (FOR EXAMPLE, THE KURGAN REGION)

Andrew Y. Belonosov

West-Siberian affiliate of the Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 625026, Russia, Tyumen, 74 Taimyrskaya St., Ph. D., senior researcher, tel. (3452)68-87-92, e-mail: belonosov74313@mail.ru

Anatoly I. Kalenitsky

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: 52tkrbv@rambler.ru

In the Mesozoic sedimentary cover of the hydrocarbon accumulations in the Kurgan region is not detected. The geological concept of prospecting of oil and gas deposits in pre-Jurassic basement is not available, although the prerequisites are. For optimal search strategy of the hydrocarbon accumulations in the Paleozoic basement you must use the methods of remote sensing. Held sensing territory Kurgan region from space remote geothermal method. Thermal anomalies were subjected to terrestrial certification by the method of variation of hydrocarbon shooting. Identified promising forecast area. Recommended conducting further exploration work, including parametric and exploration drilling.

Key words: remote sensing, remote geothermal method, petroleum potential, Paleozoic basement, kern, geochemical anomaly.

Исходя из современных политических и экономических условий, вопрос о нефтегазоносности Курганских недр вновь приобретает актуальность.

Начиная с 70-х гг. прошлого столетия углеводородные скопления в Курганской области пытались найти в мезозойском осадочном чехле. Данные усилия оказались безрезультатными. А геолого-геофизическая изученность территории до сих пор остается низкой. Вместе с тем, по целому ряду геологических предпосылок сформировалось мнение, что залежи нефти и газа могли аккумулироваться и сохраниться в карбонатных отложениях палеозойского фундамента. Из скважин, вскрывших палеозойский фундамент, были отобраны образцы керна. Проведены хроматографические и хроматомасс-спектрометрические анализы керна. В палеозойском разрезе зафиксировано семь видов известняков, включая органогенные, которые являются прекрасными коллекторами для нефтяных флюидов. Обнаружены толщи с высоким нефтегенерационным потенциалом. Хроматограммы керна с горизонта 2 300–2 350 м идентичны хроматограммам сырой нефти, полученной из залежей нефти Уватского района Тюменской области. Из четырех скважин, пробуренных за последние 10 лет, в трех обнаружены прямые признаки нефтегазоносности. К сожалению, притоков нефти в них не получено. Обнаружены УВ-компоненты, которые подтверждают, что эти флюиды мигрировали в карбонатные отложения с более глубоких горизонтов.

К настоящему времени в соседних Свердловской и Тюменской областях, а также на территории Казахстана открыты и введены в разработку месторождения нефти и газа. В связи с этим, возросла необходимость выявления перспективных геоструктур в доюрском фундаменте (ДФ), а также информативных признаков их нефтегазоносности, тем более что в Курганской области уже существует сеть магистральных нефтегазопроводов по транспортировке нефтепродуктов.

Становится очевидным, что стратегия оптимальных поисков залежей нефти и газа в палеозойском фундаменте из-за низкой изученности территории должна включать методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Работки в области регионального космического изучения территории, включая прогноз скоплений нефти и газа за последние 15 лет, шагнули достаточно далеко [1–9].

Одной из таких разработок, включающей комплексную цифровую обработку материалов дистанционного зондирования Земли, является *дистанцион-*

ный геотермический метод. Он был разработан В. И. Горным в Центре экологической безопасности РАН (г. Санкт-Петербург) и успешно апробирован на территории РФ [10–18]. С определенными дополнениями (комплексом наземных геолого-геохимических и геофизических работ) метод был применен на территории Курганской области [19–26].

Для выявления информативных признаков нефтегазоносности недр был применен цифровой космический метод зондирования конвективного теплового потока (КМ КТП), базирующийся на материалах многократных тепловых космических съемок (ТКС) земной поверхности (ЗП) в дальнем инфракрасном диапазоне электромагнитных волн (ЭМВ). Дополнительно для картографирования геоструктур были проанализированы материалы космических съемок в видимом, ближнем ИК, радиолокационном диапазонах ЭМВ совместно с данными сейсморазведки, гравиразведки и бурения.

Физической основой применения ТКС являлась вертикальная миграция нефтяных флюидов по системам разломов в приповерхностные горизонты Земли с последующим окислением под действием атмосферного кислорода, грунтовых вод, популяций аэробных бактерий и других факторов. Все биохимические реакции окисления нефтепродуктов протекают экзотермическим путем (с выделением тепла). Данные процессы на ЗП отображаются в виде локальных тепловых аномалий второго и третьего порядков, непосредственно связанных с залежами нефти и газа.

В земной коре, кроме кондуктивного, существует тепломассоперенос, характеризующий конвективную составляющую глубинного теплового потока (ТП). В этом случае глубинный ТП q может быть представлен в виде:

$$q = (1 - \mu) q_{cd} + \mu(q_f + q_{conv}), \quad (1)$$

где $q_{cd} = -\lambda dT/dh$ – кондуктивный ТП, Вт/м²;

$q_f = c\rho vT$ – ТП, вызванный вынужденной конвекцией, Вт/м²;

$q_{conv} = -\lambda_{эфф} dT/dh$ – ТП, вызванный свободной конвекцией, Вт/м²;

T – температура, К;

h – глубина измерений, м;

λ – коэффициент теплопроводности породы, Вт/(мК);

ρ и c – плотность, кг/м³ и удельная теплоемкость Дж/(кгК) флюида;

v – скорость подъема флюида, м/с;

μ – удельная площадь связанной пористости, доли единицы;

$\lambda_{эфф}$ – эффективный коэффициент теплопроводности, обусловленный свободной конвекцией, Вт/(мК).

В случае вертикального подъема флюидов, стационарная температура T может быть найдена из уравнения:

$$\frac{d^2T}{dh^2} - \left(\frac{\rho \cdot c \cdot v}{\lambda_{эфф}} \right) \cdot \frac{dT}{dh} = 0. \quad (2)$$

При $T = T_0$, $h = H$, где H – глубина нижней кромки исследуемой области, решение уравнения (2) имеет вид:

$$T(h) = T_0 \cdot \frac{[1 - p \cdot e^{(\beta h)}]}{[1 + p \cdot e^{(\beta h)}]}, \quad (3)$$

где $p = \frac{\beta}{\delta} + 1$; $\beta = \frac{\rho \cdot c \cdot v}{\lambda_{эфф}}$; $\delta = \frac{\alpha}{\lambda_{эфф}}$,

α – коэффициент теплообмена, Вт/(м²К).

Анализ уравнения (3) показал, что КТП зависит от скорости подъема флюида. Температура земной поверхности (ТЗП) будет выше в местах, где в земной коре наблюдается более высокая скорость подъема флюида. При локальном развитии конвективного теплообмена, области с кондуктивной теплопередачей могут быть приняты в качестве фоновых.

Ожидаемые высокие значения КТП в земной коре явились физической предпосылкой для разработки КМ КТП, основанного на алгоритме обработки тепловых космических изображений ЗП.

Методика КМ КТП включает два этапа: тепловое районирование и картографирование КТП. Тепловое районирование Курганской области выявило серию прогретых зон и системы кольцевых термических структур (ТС).

Для определения КТП необходимо из исходных результатов ТКС элиминировать (вычесть) воздействия других факторов: влияния коротковолновой и длинноволновой солнечной радиации, затрат тепла земной поверхности на турбулентный теплообмен с атмосферой, затрат тепла на испарение теплового потока, затрат тепла вследствие суточных и годовых тепловых ритмов.

Основная трудность вычисления ТП состоит в корректном учете влияния вариаций тепловых свойств дневной поверхности, затрат тепла на испарение влаги с ЗП и учет теплообмена ЗП с приземным слоем атмосферы.

Основной целью обработки и анализа тепловых космических снимков являлось определение количественных физических характеристик земной поверхности: КТП, тепловой инерции (ТИ), скорости испарения влаги (СИ) и т. д. Они использовались для районирования территории, определения параметров залегания геологических тел и параметров процессов, протекающих в земной коре.

Для построения карт КТП, ТИ и СИ использовался стандартный набор метеоданных (температура, влажность и давление воздуха на высоте 2 м, скорость ветра на высоте 10 м, облачность), полученных на метеостанциях юга Тюменской области. Суммарная солнечная радиация рассчитывалась по значениям облачности по формуле Берлянда.

Алгоритм определения КТП, ТИ и СИ базировался на математической модели суточного хода ТЗП, учитывающей основные факторы, под влиянием которых формируется ТЗП.

Схема алгоритма приведена на рис. 1.

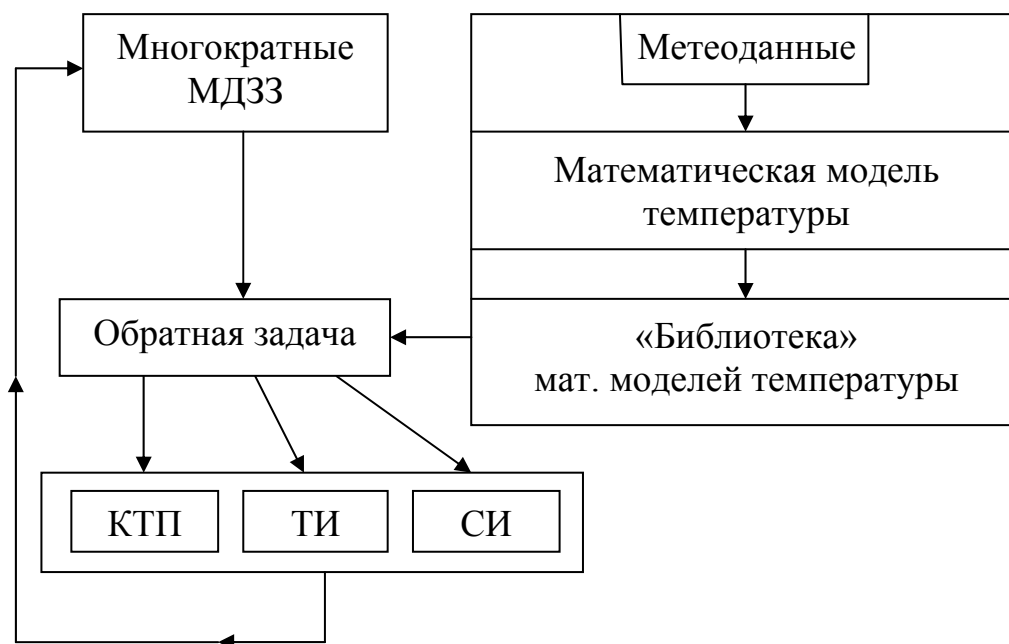


Рис. 1. Алгоритм восстановления КТП, ТИ и СИ по материалам ТКС

Для решения обратной задачи, то есть для определения по данным ТКС трех основных параметров (КТП, ТИ и СИ), необходимо выполнить трехразовую съемку в различное время суток так, чтобы результаты полностью характеризовали суточную динамику ТЗП.

Для учета влияния рельефа земной поверхности, поглощающей солнечную радиацию, в алгоритме предусмотрено использование цифровой модели рельефа (ЦМР).

Обратная задача решается через задаваемый критерий соответствия измеренных и идеальных (находящихся в «библиотеке») ТЗП. С помощью метода наименьших квадратов определяются искомые значения КТП, ТИ и СИ.

На основе дистанционных регулярных наблюдений Курганской области и определения по материалам ДЗЗ количественных характеристик земной поверхности получен и осуществлен анализ их временных рядов.

Подготовленные материалы использовались для дешифрирования активных линейных и кольцевых тепловых структур (ТС).

Дешифрирование тепловых изображений осуществлялось для выявления возможной связи кольцевых ТС различных порядков с нефтегазоносностью. Для анализа размещения залежей нефти и газа по отношению к кольцевым ТС были использованы данные о месторождениях нефти и газа из ГИС «Природные ресурсы России». Для визуального анализа тепловых изображений и характеристик ЗП были выбраны 37 эталонов, представляющих набор признаков земной поверхности, отмеченных на уже известных месторождениях нефти и газа.

Исходя из выполненного анализа тепловых изображений и характеристик ЗП, сформулированы дешифровочные критерии залежей нефти и газа:

наличие термически активных зон, наличие кольцевых ТС первого и второго порядков, осложненных кольцевыми ТС третьего порядка, и наличие областей пониженных значений КТП, примыкающих к термически активным зонам.

Для автоматизированного прогноза нефтеперспективных площадей на основе многомерного признакового пространства путем обработки космических материалов была подготовлена следующая информационная база: спектральные коэффициенты яркости в каналах 1–7, КТП, ТИ, СИ, плотность линеаментов, анизотропия направлений линеаментов, генеральные направления линеаментов, плотность центров кольцевых структур, по данным гравиметрии: глубина поверхности мантии, кажущаяся плотность эффективного 11,5-километрового слоя земной коры [27].

Количественный прогноз ограничивался площадями, которые по комплексу признаков с высокой степенью достоверности соответствовали внешним эталонам (тепловые характеристики ЗП в пределах нефтяных месторождений). Для каждого эталона была определена вероятность опознавания, вероятность пропуска цели, вероятность ложной тревоги. Если появлялись классы, соответствующие одному из эталонов, то это означало, что по комплексу дистанционно измеренных признаков это место с высокой достоверностью является аналогом эталона и возможность ошибки опознавания при этом становилась минимальной.

В восточной части Курганской области были обнаружены признаки 11 из 37 нефтяных месторождений (эталонов) юга Западной Сибири. Вероятность надежного опознавания аналогов этих месторождений составила от 69 до 92 %. Таких участков оказалось 60. Они приурочены к «холодной» конусообразной геоструктуре глубинного заложения в центральной части Звериноголовско-Варгашинской палеодолины.

Сопоставление результатов прогноза нефтегазоносности геоструктур по материалам ДЗЗ с данными полевой геохимической съемки показало, что выделенные по космическим материалам «тепловые» участки на 80 % соответствуют площадям с аномальными концентрациями углеводородов нефтяного ряда, зафиксированных в приповерхностных отложениях.

Первоочередным нефтеперспективным районом Курганской области является территория под номером 1 (рис. 2, белый пунктир).

В Звериноголовско-Варгашинской геодинамически-напряженной депрессионной зоне (палеодолине) по сейсмическим материалам выявлен небольшой в диаметре вертикальный канал, уходящий до границы Мохо. Вокруг этого канала выделена геологическая кольцевая структура, соответствующая палеовулканическому образованию. Она была исследована наземным методом вариационной углеводородной съемки. В большинстве случаев, углеводородные аномалии подтвердили наличие тепловых аномалий, характерных для нефтегазовых скоплений.

Н. А. Сурков, Ю. В. Лебедев, Т. А. Лебедева // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 125–133.

8. Использование космических снимков открытого доступа для обновления электронных карт масштаба 1 : 100 000 / М. А. Алтынцев, С. А. Арбузов, А. Ю. Черемошенцев, Т. А. Широкова // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 37–42.

9. Басаргин А. А. Создание цифровых моделей местности месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 34–39.

10. Geothermic remote analysis of NOAA data of Kanto plain. Preliminary interpretation / T. Sakurai-Amano, T. Takeda, M. Takagi, V. Gorny, A. Kiselev, A. Tronin // Proc. of the 28th Conference of the Remote Sensing Society of Japan. Tsukuba Research Center. 2000. – P. 235–236.

11. Geothermal zoning of European Russia on the base of satellite infra-red thermal survey / V. I. Gorny, S. G. Kritzuk, I. Sh. Latypov, A. A. Tronin // Proc. of the 30th Int. Geological Congress, Beijing, China, 4-14 aug. 1996, v. 10 – New Technology for Geosciences, VSP, Utrecht, The Netherlands, 1997. – P. 63–80.

12. Горный В. И. Геодинамика Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформ (по данным дистанционного геотермического метода) // Региональная геология и металлогения. – 2000. – № 12. – С. 76–86.

13. Gorny V. I. The mantle convection and the drift of Euro-Azian plate (according the remote geothermal method) // Proceedings of IGARSS 2002 & 24-th Canadian Symposium on Remote Sensing, 24-28 June 2002. Toronto, Canada. 0-7803-7537-8/02/\$17.00/ Vol IV., 2002. – P. 2029–2035.

14. Горный В. И., Крицук С. Г. Прогноз нефтеперспективных площадей в Республике Чувашия на основе визуального и инструментального анализа цифровых космических материалов // II Международ. конф. «Перспективы развития и освоения топливно-энергетической базы Северо-Западного экономического района Российской Федерации»: тез. докл. – 2000. – С. 41–42.

15. Горный В. И., Степанов И. В. Комплексование тепловой многоспектральной и аэромагнитной съемок при решении прогнозно-поисковых задач // Разведка и охрана недр. – 2001. – Вып. 9. – С. 39–43.

16. Горный В. И., Шилин Б. В., Ясинский Г. И. Тепловая аэрокосмическая съемка. – М.: Недра, 1993. – 128 с.

17. Модель мантийно-литосферного взаимодействия по данным комплексирования на геотраверсе Уралсейс сейсмозаземки и дистанционного геотермического метода. Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект Уралсейс): монография / В. И. Горный, С. Г. Крицук, А. А. Тронин, И. Ш. Латыпов. – Тверь: ГЕРС, 2001. – 286 с.

18. Terrestrial Heat Flux Measuring and Geothermal Zoning for Regional and Petroleum Geology on the Base of Satellite IR-Thermal Survey / V. I. Gorny, S. G. Kritzuk, I. Sh. Latypov, A. A. Tronin // Proc. of the Eleventh Thematic and Conference Geologic Remote Sensing, Vol. 1. 1996, Las Vegas Nevada, USA.

19. Мартынов О. С., Белоносов А. Ю., Тимшанов Р. И. Анализ геодинамических напряжений и флюидодинамических процессов в природных системах (на примере Черногорского месторождения ХМАО, Тюменской области) // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск: СГГА, 2006. Т. 3, ч. 2. – С. 184–189.

20. Белоносов А. Ю. Обработка и дешифрирование тепловых изображений земной поверхности для картографирования глубинных нефтеперспективных структур // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 6. – С. 52–56.

21. Белоносов А. Ю., Каленицкий А. И. Обработка и дешифрирование тепловых изображений земной поверхности для картографирования глубинных нефтеперспективных гео-

структур (на примере юга Западной Сибири) // Геодезия и картография. – 2010. – № 7. – С. 22–26.

22. Белоносов А. Ю., Каленицкий А. И. Картографирование нефтеперспективных геоструктур по космическим тепловым изображениям земной поверхности (на примере Курганской области) // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 21–24.

23. Результаты проведения геохимических нефтепоисковых исследований на юге Западной Сибири / А. Р. Курчиков, А. Ю. Белоносов, Р. И. Тимшанов, О. С. Мартынов, С. А. Шешуков, А. Е. Кудрявцев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 227–234.

24. Курчиков А. Р., Белоносов А. Ю., Кудрявцев А. Е. Метод вариации углеводородных параметров – новое направление нефтепоисковой геохимии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 153–158.

25. Количественный анализ и дешифрирование цифровых космических изображений при решении задач нефтегазопроисковой геологии / А. Ю. Белоносов, А. Р. Курчиков, О. С. Мартынов, С. А. Шешуков, А. Е. Кудрявцев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 191–196.

26. Кольцевые структуры и оценка их нефтегазоперспективности на севере Иркутской области / С. А. Шешуков, Р. И. Тимшанов, А. Ю. Белоносов, А. Р. Курчиков, О. С. Мартынов, А. Е. Кудрявцев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 3. – С. 165–171.

27. Белоносов А. Ю., Туренко С. К. Интерпретация спутниковых данных конвективного теплового потока при прогнозировании залежей углеводородов в Курганской области // Известия вузов. Нефть и газ. – 2009. – № 6. – С. 4–9.

Получено 02.07.2015

© А. Ю. Белоносов, А. И. Каленицкий, 2015

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 528.946

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ВЕДЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ольга Николаевна Николаева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (913)744-36-37, e-mail: onixx76@mail.ru

Статья посвящена вопросам создания системы картографических моделей природных ресурсов (КМПР) на конкретную территорию. Изложены причины неэффективного использования природно-ресурсной информации в современной России. Охарактеризовано место природно-ресурсного картографирования в формировании природно-ресурсного информационного пространства. Отмечено отсутствие единых универсальных методических рекомендаций по комплексному картографированию природных ресурсов. Поставлена задача системного рассмотрения природных ресурсов при создании картографического обеспечения для решения задач управления природными ресурсами и планирования природопользования. Предложено использовать КМПР как средство решения этой задачи. Перечислены принципы, на которые необходимо опираться при создании КМПР. Представлена структура системы КМПР для планирования и ведения рационального природопользования. Кратко охарактеризованы основные функциональные типы КМПР: инвентаризационные, оценочные, прогнозные, рекомендательные. Освещены особенности их использования на различных стадиях ведения природопользования.

Ключевые слова: рациональное природопользование, природные ресурсы, картографирование природных ресурсов, комплексное картографирование, системное картографирование, картографические модели.

APPLICATION OF CARTOGRAPHIC MODELS OF NATURAL RESOURCES AT DIFFERENT STAGES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Olga N. Nikolayeva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, Ph. D., Assoc. Prof., Department of Ecology and Environmental Management, tel. (913)744-36-37, e-mail: onixx76@mail.ru

Cartographic model-building for natural resources of certain territories is considered. The reasons for inefficient use of natural resources information in current Russia are presented. The place

of natural resources mapping in resources information space formation is shown. The lack of uniform techniques for complex mapping of natural resources is stated. The task of system consideration of natural resources is set, that is necessary for cartographic support of natural resources management. The authors suggest using cartographic models of natural resources for this purpose. Basic principles of cartographic model-building are enumerated. The structure of modeling system for efficient environmental management is presented. Brief characteristics of main functional types of cartographic model-building are given, which involve inventory, assessment, prediction and recommendation. The features of their application at different stages of environmental management are described.

Key words: efficient nature management, natural resources, natural resources mapping, complex map-making, system mapping, cartographic models.

Рациональное природопользование подразумевает два неразрывно связанных вида деятельности: экономичное и эффективное использование природных ресурсов (ПР) и их охрану и восстановление. Что касается второго компонента рационального природопользования, – охраны и восстановления ПР и окружающей среды, – то в настоящее время в России функционирует механизм разработки территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП) [1, 2]. Они ограничивают характер и масштабы техногенного воздействия на объекты окружающей среды и закладывают основу для формирования экологического каркаса территории, концепция которого широко используется за рубежом [3–5] и сейчас активно развивается целым рядом отечественных исследователей [6–8]. Однако реализация первого компонента – экономичного и эффективного использования ПР – в настоящее время практически не имеет под собой системного обоснования, в силу перехода России к рыночной модели экономики и обусловленного этим резкого снижения управляющей роли государственных органов в региональном планировании.

Между тем неплановая эксплуатация имеющихся запасов ПР чревата разнообразными отрицательными последствиями, начиная с падения производства, вызванного истощением ПР, и заканчивая ухудшением условий проживания и уровня обеспечения населения. Необходимо формирование природно-ресурсного информационного пространства для управления природопользованием, позволяющего осуществлять системное планирование экономического развития территорий благодаря сбалансированному освоению природно-ресурсного потенциала при обеспечении экономической заинтересованности хозяйствующих субъектов.

Сегодня в России действует значительное количество государственных и ведомственных организаций, занимающихся сбором и систематизацией данных о состоянии природных компонентов окружающей среды (рис. 1). Однако слабость межведомственных связей между ними и практическое отсутствие информационного обмена затрудняют формирование единого природно-ресурсного информационного пространства [9–11].

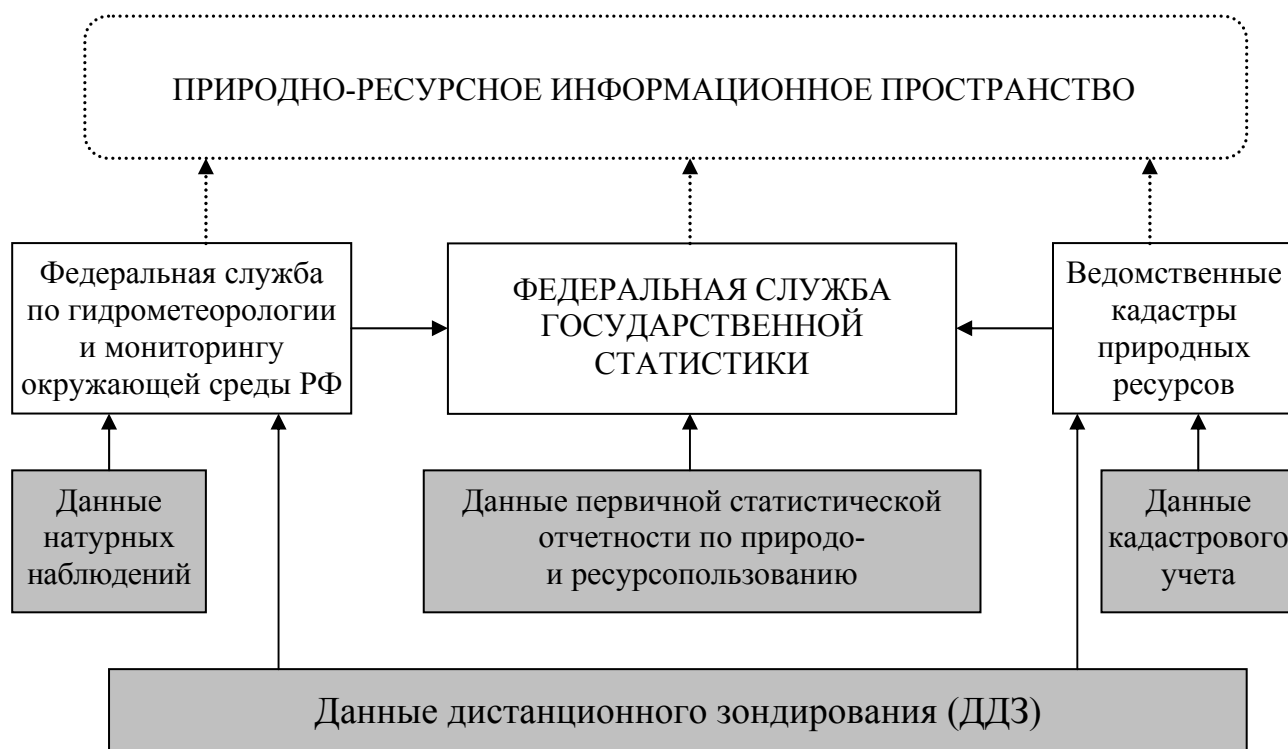


Рис. 1. Общая схема формирования природно-ресурсного информационного пространства России

Картографирование природных ресурсов занимает важное место в формировании природно-ресурсного информационного пространства, поскольку обеспечивает информационную основу и методическую базу для решения задач в сфере природопользования методами пространственно-временного анализа и визуализации его результатов. Но в современном природно-ресурсном картографировании детально проработаны только методические вопросы визуализации минеральных ресурсов [12–15] и лесных ресурсов [16–21]. Универсальные рекомендации для картографирования иных видов природных ресурсов (воздушных, водных и т. п.) до сих пор отсутствуют, в результате чего значительная часть современных научно-исследовательских разработок, посвященных этой теме, адаптирована под решение конкретной природопользовательской задачи [6, 7, 22, 23]. Это крайне затрудняет их применение в картографических проектах, выполняемых на другие территории или в другом программном обеспечении.

Однако ресурсно-эксплуатационная ориентированность российской экономики в сочетании с высокой интенсивностью антропогенного воздействия на окружающую среду многих регионов России обуславливают актуальность системного изучения природных ресурсов. Только в этом случае, когда вся совокупность природных ресурсов конкретной территории будет рассматриваться как единый комплекс, станет возможным формирование устойчивой и рациональной системы местного природопользования. Оценка состояния и планирование использования различных природных ресурсов будут выполняться с уче-

том их взаимного влияния, что позволит предусмотреть перспективные отрицательные изменения в окружающей среде и оптимизировать экологическое состояние территории [9, 24].

Исходя из вышесказанного, разработка картографического обеспечения для системного изучения и оценки природных ресурсов территории включает в себя создание серии взаимосвязанных картографических моделей природных ресурсов, отображающих современное состояние и перспективы использования всех видов природных ресурсов, представленных на территории (воздушные, водные, земельные, лесные, минеральные, фаунистические) [9]. Процесс создания КМПР должен вестись на основе следующих принципов:

- КМПР должны создаваться в условиях методического единства, формируя целостную систему, позволяющую оценивать природно-ресурсный потенциал и разрабатывать сценарии его использования [9];

- масштаб и детальность КМПР должны соответствовать пространственно-территориальной структуре природопользования;

- тематическое содержание КМПР должно определяться их функциональным типом, исходя из стадий ведения природопользования, представленных на данной территории;

- информационная полнота КМПР должна обеспечиваться за счет комплексного использования картографических, аэрокосмических и статистических данных и быть достаточной для эффективного использования КМПР на всех основных стадиях ведения природопользования [10, 25].

В общем виде структура системы КМПР для планирования и ведения рационального природопользования представлена на рис. 2.

Инвентаризационные КМПР используются на всех основных этапах ведения рационального природопользования, и, соответственно, востребованы во всех трех масштабных группах: крупномасштабные, среднемасштабные и мелкомасштабные. Их назначение сводится к следующему:

- на стадии стратегического планирования: предварительная оценка наличия и размещения данного вида ресурса, принятие решения о вовлечении данного вида ресурса в процесс природопользования, установление его удельного веса в структуре региональной экономики;

- на стадии тактического планирования: корректура имеющихся схем территориального планирования и территориальных комплексных схем охраны природы с учетом введения ресурса в эксплуатацию;

- на стадии проектирования и строительства хозяйственных объектов: определение пространственного размещения и границ конкретных промышленных площадок и связанной с ними инфраструктуры;

- на стадии эксплуатации ресурса – отображение пространственно-временной динамики изменений объемов или площадей, занятых данным ресурсом;

- на стадии рекультивационно-восстановительных работ – отображение состояния ресурса после проведения восстановительных мероприятий (прирост площади леса за счет лесопосадок молодняка и т. п.).

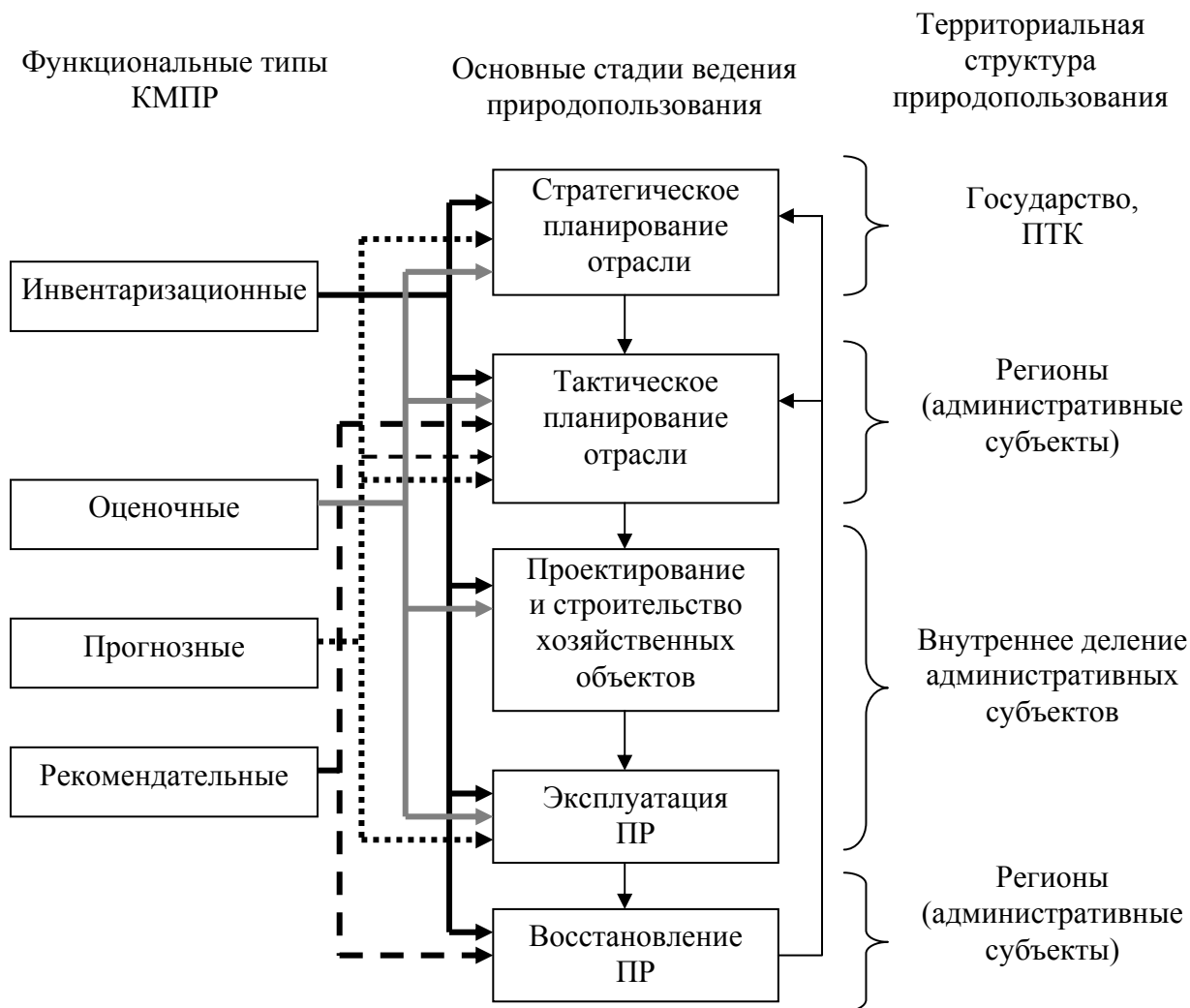


Рис. 2. Предлагаемая структура системы КМПР для планирования и ведения рационального природопользования

Оценочные КМПР имеют двойное назначение. С одной стороны, они предназначены для отображения результатов экономической оценки ресурса (рентабельность добычи, обеспеченность запасами и пр.). С другой стороны, они могут быть посвящены оценке ущерба, нанесенного ресурсу в ходе природопользования (процент деградировавших пахотных земель, пастбищ и пр.). В любом случае, оценочные КМПР также востребованы практически на всех этапах рационального природопользования, поскольку являются удобной графической моделью, выражающей не только современное состояние ресурса, но и его пригодность к хозяйственному использованию. Оценочные КМПР природных ресурсов используются:

- на стадии стратегического и тактического планирования: оценка рентабельности использования ресурса, обеспеченности запасами ресурса, возможной продолжительности его эксплуатации;

– на стадии проектирования и строительства хозяйственных объектов: проектирование производственных мощностей конкретных хозяйственных объектов;

– на стадии эксплуатации: оценка изменения запасов ресурса и наносимого ущерба;

– на стадии рекультивационно-восстановительных работ: оценка необходимости проведения рекультивационных мероприятий, оценка эффективности уже проведенных мероприятий.

Прогнозные КМПР актуальны для выявления перспектив дальнейшего развития промышленных отраслей, базирующихся на использовании данного вида природных ресурсов. Они используются:

– на стадии стратегического и тактического планирования: для выявления неиспользуемых запасов ресурсов, в различной степени перспективных к эксплуатации; для оценки объемов перспективного промышленного строительства, обеспечивающего более полное использование уже разведанных запасов ресурсов; для оценки сроков функционирования существующих хозяйственных объектов.

– на стадии эксплуатации: для прогноза перспектив обеспеченности ресурсов конкретного хозяйственного объекта.

Рекомендательные КМПР представляют собой ту часть картографического обеспечения рационального природопользования, которая посвящена обязательному компоненту рационального природопользования, а именно – рекультивации и восстановлению исчерпаемых природных ресурсов и охране окружающей среды. Они предназначены:

– на стадии тактического планирования: для корректуры региональных программ по охране окружающей среды с учетом необходимого восстановления эксплуатируемого ресурса;

– на стадии рекультивационно-восстановительных работ: для отображения пространственно-временных рамок мероприятий, рекомендованных для восстановления исчерпаемых природных ресурсов и нарушенных экосистем в сфере влияния конкретного хозяйственного объекта.

Реализация картографического обеспечения управления природопользованием в виде комплекса КМПР позволит получить всестороннюю характеристику современного состояния и перспектив использования природных ресурсов, что способствует взаимосвязанному и взаимообусловленному развитию отраслей местной промышленности на основе комплексного использования имеющихся природных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации институтам и территориальным управлениям Госкомгидромет по составлению разделов территориальных комплексных схем охраны природы по предотвращению загрязнения и деградации природной среды. – Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. – 1983.

2. Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. – 1995.
3. Environmental Management Frameworks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.landuse.alberta.ca/CumulativeEffects/EnvironmentalMgmtFrameworks/Pages/default.aspx>
4. Polatidis H., Haralambopoulos D. A. Environmental management framework for wind farm siting: methodology and case study. Tegou LI(1), Journal of Environmental Management Volume 91, Issue 11, November 2010, Pages 2134–2147.
5. Wen Xu, Fan Yang. Research on Environmental Management Framework of Road Upgrading Project / International Conference on Management and Service Science (MASS). Wuhan. 24-26 Aug. 2010. 1-5 pp.
6. Стоящева Н. В. Экологический каркас территории и оптимизация природопользования на юге Западной Сибири (на примере Алтайского региона). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 140 с.
7. Воропаева Т. В. Региональные модели экологического каркаса территории Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Улан-Удэ, 2011. – 24 с.
8. Гриднев Д. З. Природно-экологический каркас в территориальном планировании муниципальных образований: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. – М., 2011. – 23 с.
9. Николаева О. Н. О совершенствовании информационного обеспечения картографирования природных ресурсов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 107–112.
10. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Совершенствование информационной базы региональных ГИС (РГИС) для инвентаризации и картографирования природных ресурсов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 198–203.
11. Сухорукова С. А., Дышлюк С. С. Природопользование как объект картографирования // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 212–215.
12. Методические рекомендации по организации и проведению геолого-минералогического картирования масштабов 1 : 500 000 и 1 : 200 000. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. – 281 с.
13. Петров О. В. и др. Требования по оценке (общей, поисковой и прогнозной) эффективности региональных геологических работ. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. – 57 с.
14. Niall Weatherstone. International Standards for Reporting of Mineral Resources and Reserves - Status, Outlook and Important Issues. World Mining Congress & Expo 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.criirco.com/isr_mineral_resources_reserves0908.pdf
15. Procedural guidelines for provincially significant mineral potential mineral resource assessments / A. C. Wilson, D. J. Rowell, G. Wm. Seim and R. L. Debicki. – Ontario Geological Survey, Open File Report 6141, 2008. – 91 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geologyontario.mndm.gov.on.ca/mndmfiles/pub/data/imaging/ofr6141/OFR6141.pdf>
16. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. – М.: Рослесхоз, 2009. – 37 с.
17. Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов: приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 10 ноября 2011 г. № 472 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147714/
18. Об утверждении Инструкции по проведению лесоустройства в лесном фонде России: приказ Рослесхоза от 15.12.1994 № 265: зарегистрировано в Минюсте РФ 28.06.1995

№ 887 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15964/

19. Ian Armitage. Guidelines for the management of tropical forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1998 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/w8212e/w8212e05.htm>

20. Forest inventory manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib48063_ch5_1990.pdf

21. National Forest Inventory – British Columbia. Change Monitoring Procedures for Provincial and National Reporting / Ministry of Sustainable Resource Management Resource Information Branch. – 2005. – 222 p. / <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib94943a.pdf>

22. Макаренко Е. Л. Картографирование лесопромышленного комплекса крупного региона (на примере Иркутской области) // География и природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 117–123.

23. Разработка и развитие картографического сервиса информационно-аналитической системы «Природные ресурсы Карелии» / А. Ф. Титов, В. Т. Вдовицын, В. А. Лебедев, А. К. Полин // Труды XIV Всероссийской объединенной конференции «Интернет и современное общество» (IMS-2011), Санкт-Петербург, Россия, 2011. – С. 36–39.

24. Николаева О. Н. Биogeографическое картографирование: современное состояние и область применения для сохранения и рационального использования природных ресурсов // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 145–149.

25. Николаева О. Н. Об интеграции ДДЗ в ГИС для формализованной инвентаризации природно-ресурсных характеристик региона // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 39–45.

Получено 12.12.2014

© О. Н. Николаева, 2015

УДК 528.92

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВУХМЕРНОЙ КАРТЫ В ТРЕХМЕРНУЮ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Нгуен Ань Тай

Архитектурный университет, Вьетнам, г. Хошимин, 196, ул. PASTEUR, район 3, аспирант СГУГиТ, преподаватель, тел. (084)0978643020, e-mail: natai1969@yahoo.com

В статье рассмотрена технология процесса составления трехмерных карт путем преобразования 2D карты в 3D карту в среде Mapinfo с добавленным к ней пакетом Engage 3D Professional. Разработанная технология формирования трехмерных картографических изображений объектов позволяет существенно ускорить процесс трехмерного картографирования. Применение этой технологии позволяет создавать 3D- карты гораздо быстрее, чем при использовании съемочной информации.

Ключевые слова: 3D карта, Mapinfo, Engage 3D Professional.

CARTOGRAPHIC METHOD OF 2-DIMENSION MAP TRANSFORMATION INTO 3 – DIMENSION MAP WITH THE HELP OF GIS-TECHNOLOGY

Nguen An Taj

Architecture University, Vietnam, Hoshimin, 196, PASTEUR st, region 3, Post-graduate SSUGT, teacher, tel. (084)0978643020, e-mail: natai1969@yahoo.com

The article deals with 3 – dimension map creation technology by means of 2D map transformation into 3D map in the environment Mapinfo with added to it package Egage 3D Professional. The developed technology of forming 3D object cartographic images allows to significantly speed up the 3D mapping process. The application of this technology allows to create 3D maps much faster, than creating them all over again on the basis of survey information.

Key words: 3D map, Mapinfo, Engage 3D Professional.

Введение

В последние годы прогресс в области картографии и картографического производства ознаменовался интенсивным развитием новых технологических направлений, обусловленных потребностями наступающего шестого технологического уклада, – мобильная картография, трехмерная, мультимедийная и анимационная картография [1]. Особое развитие получил переход от двухмерных к трехмерным картам. Сформировалось новое научное направление – цифровое трехмерное картографирование [2].

В рамках этого направления отрабатываются различные новые технологии создания трехмерных карт по трем основным вариантам:

– создание 3D карты заново по данным топографических наземных съемок геодезическими методами или съемок методами дистанционного зондирования, например, лазерного сканирования [3];

– картографическое отображение (визуализация) трехмерных моделей местности [4];

– составление 3D карты по материалам двумерных карт.

В настоящей работе рассматривается последний указанный вариант создания 3D карты по материалам двумерных карт как наиболее экономичный и оперативный в существующих условиях Вьетнама.

Технологическая схема процесса составления трехмерных карт методом преобразования двумерных карт

Во Вьетнаме почти на всю территорию составлены топографические 2D карты-основы, в том числе и цифровые карты в Mapinfo-формате, и создана государственная база геоданных [5, 6]. Поэтому целесообразно использовать этот материал для быстрого создания трехмерных карт с минимальными затратами трудовых и денежных средств.

Предлагается процесс создания трехмерных карт выполнить путем обработки информации из 2D карт в среде ГИС Mapinfo с добавленным к ней пакетом Engage 3D Professional.

Общая схема процесса (рис. 1) включает 4 действия: сбор исходных данных, преобразование собранных данных, создание файлов трехмерных изображений объектов, комбинация файлов карты и создание разной геопродукции:

– по заказу потребителей собираются все документы, руководства, стандарты, нормативы о процессе составления карт, картографические источники, служебные материалы, дополнительная информация о местности картографирования и о потреблении пользователями составляемых карт;

– преобразование данных из картографических источников с использованием собранной информации в файлы 2D изображений объектов;

– создание новых файлов трехмерных изображений объектов и поверхности Земли;

– комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции.

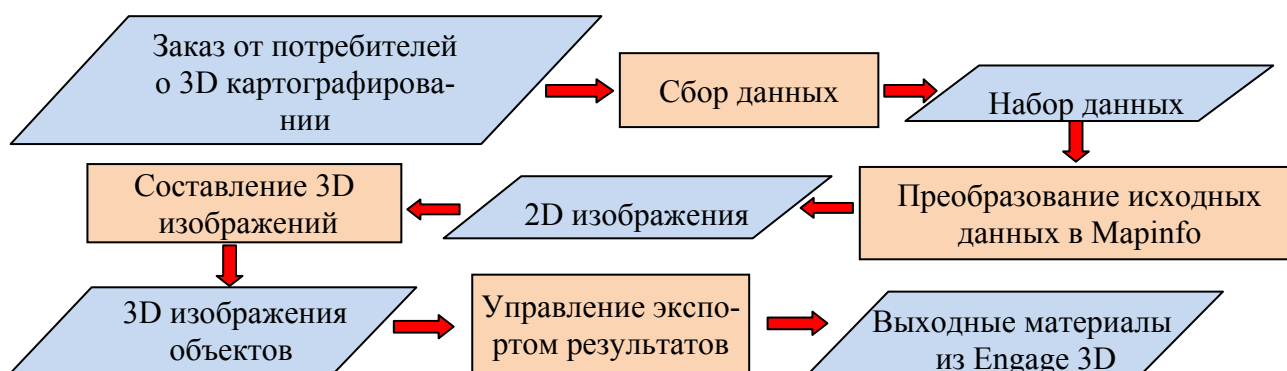


Рис. 1. Общая технологическая схема преобразования 2D карты в 3D карту

Первое и второе действия заключаются в сборе и подготовке всех необходимых данных, происходят в среде программы Mapinfo и ограничиваются формированием двумерных картографических изображений.

Третье и четвертое действия происходят в среде пакета Engage 3D и связаны с созданием трехмерных изображений и манипулированием ими. Рассмотрим эти два действия более детально.

Создание файлов трехмерных изображений объектов

Пакет Engage 3D Professional в среде Mapinfo предоставляет несколько способов для составления 3D изображений разных видов объектов, из которых наибольший интерес представляет способ составления 3D изображений объектов с использованием команды 3D Extrusion Wizard.

По трехмерным картографическим изображениям все объекты реального мира могут быть отображены на трехмерной карте как трехмерные объемы, линии и точки (таблица).

Таблица

Изображение разных объектов местности

Объект	Изображения как		
	Объемные объекты (тела, поверхности)	Трехмерные линии	Трехмерные точки
Линейный объект вертикального расположения – типы «столб», «труба»		или ✓	или ✓
Объемный объект – типы « дом на столбах», «башня»	или ✓	или ✓	
Линейный объект – тип «рельсы».	или ✓	или ✓	
Внемасштабный объект – тип «столбик»		или ✓	или ✓
Составной объект – тип «реклама на высоких столбах»	или ✓		или ✓
Составной объект – типы « опора моста», «проезжая часть моста»	или ✓	или ✓	
Составной объект – типы «ствол дерева», «крона дерева»	или ✓	или ✓	или ✓

В соответствии с приведенной таблицей и с разной пространственной локализацией объектов [7] предлагаются следующие технологические процессы составления 3D изображений объектов.

Для объемных объектов процесс составления 3D изображений заключается в следующем.

Объемные объекты разделяют на следующие типы:

- объекты с объемом на поверхности Земля – например, здания, мосты;
- горизонтальные поверхности на любой высоте – например, крыша здания;
- вертикальные поверхности – например, стена здания.

Процесс построения файлов объемных трехмерных изображений объектов состоит из следующих укрупненных операций:

- построение нижней поверхности объектов с ее высотой (Primary Z);
- построение верхней поверхности объектов с ее высотой (Extruded Z);
- выбор внешнего вида изображения: выбор цвета объекта;
- выбор файла для сохранения результата, например: D:\house_Pasteur;
- выбор поля таблицы для сохранения характеристики – для одного слоя выходного файла, или выбор одного поля таблицы;
- комбинирование файлов: позволяет несколько файлов (3D DXF)_i, которые необходимы, объединить в создаваемый единый файл 3D DXF.

На картах застроенных территорий наиболее массовым объемным объектом являются здания. Поэтому рассмотрим особо методику создания их 3D изображений путем преобразования данных 2D карты.

Здания на местности картографирования для условий Вьетнама бывают с 4 видами крыш и 5 видами стен и эту информацию можно получить в строительных управлениях. И еще одну информация необходима – это высота зданий.

Порядок действий при выполнении процесса создания 3D изображений зданий следующий [8, 9]:

- изменение структуры таблицы слоя «здания» путем добавления новых полей и их записей;
- составление нового слоя структурных рисунков крыши по каждому виду крыш с высотой здания в структуре таблицы;
- составление цветowych таблиц;
- построение файлов 3D изображений зданий по видам стен; следует учитывать, что если здания имеют сложную структуру стен, например одна стена стеклянная, а другие кирпичные, тогда каждая стена отображается в формате LINE или POLYLINES; результат данного процесса приведен в работе [9];
- построение файлов крыш здания по видам материалов;
- построение файлов структурных рисунков крыш здания;
- комбинирование файлов крыш здания;
- построение файлов 3D изображений зданий по высоте.

Для линейных объектов построение файлов трехмерных изображений заключается, для разных случаев, в следующем: линейный объект, который имеет масштабно значимое значение ширины, изображается как объемный объект; линейный объект, который имеет немасштабное значение ширины, изо-

бражается как трехмерная линия на определенной высоте; вертикальный линейный объект – отображается командой 3D Extrusion Wizard как столбец. Примеры трехмерных изображений различных линейных объектов приведены на рис. 2.

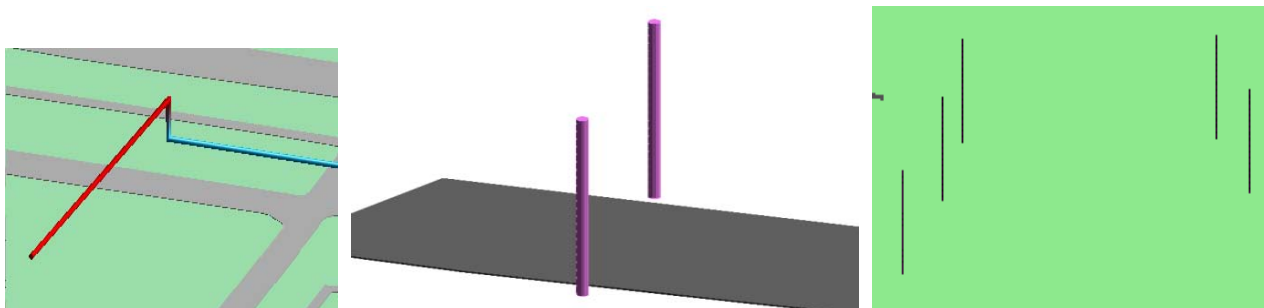


Рис. 2. Трехмерные изображения различных линейных объектов

Для точечных объектов, которые могут находиться как на поверхности Земли, так и на любой высоте, построение файлов заключается в следующем.

Точечные данные могут включать в себя координаты (X , Y и Z) и надписи; эта информация собирается систематически в определенных местах вдоль линейных профилей или при случайных измерениях через определенные интервалы. Надпись может быть локализована относительно положения точек и отредактирована с помощью пакета Engage 3D. Выбор символов (условных знаков) из библиотеки, задание их размера и цвета могут быть осуществлены с помощью способа «Create 3D point». Для работы с надписями, редактирования стиля, размера, цвета, высоты, на которых размещаются надписи (например, над крышей здания) можно использовать программу AutoCAD. Примеры трехмерных изображений различных объектов и надписей на 3D карте приведены на рис. 3 и 4.

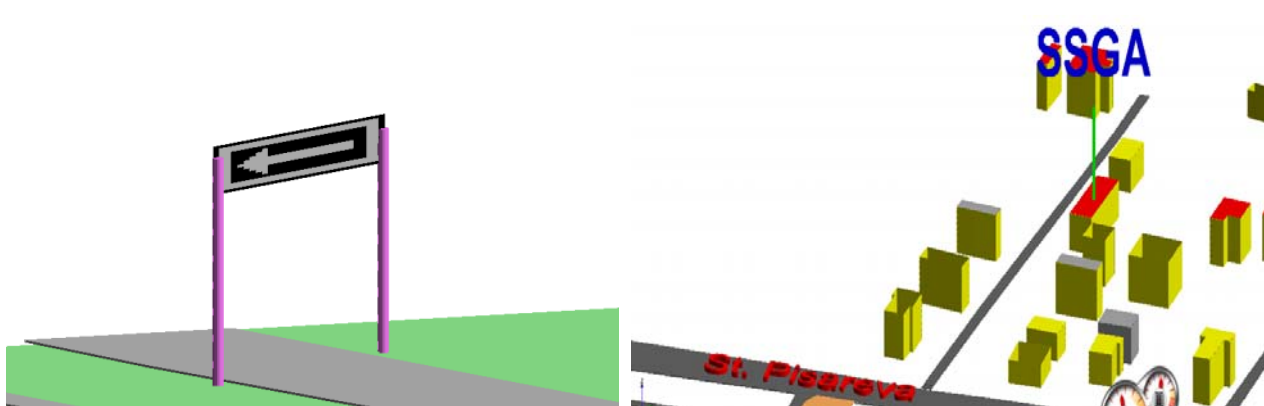


Рис. 3. Рекламная вывеска на столбах и надписи на трехмерной карте

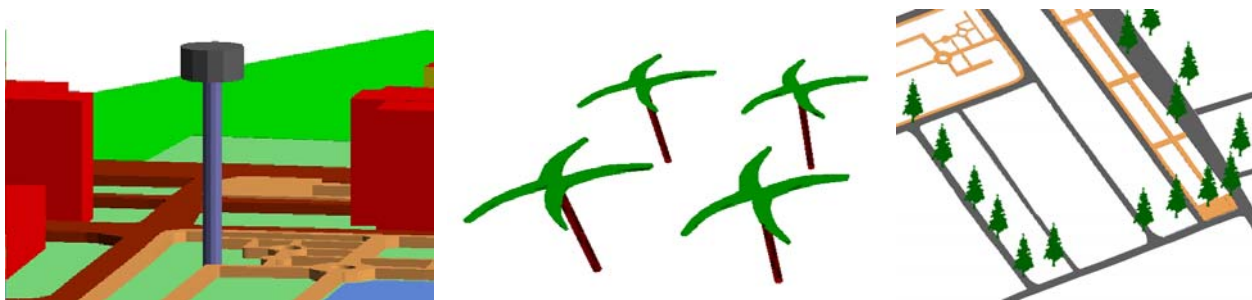


Рис. 4. Трехмерные изображения различных типов объектов (башня на опоре, разные породы деревьев)

В конечном итоге, результатом выполненных составительских работ по созданию файлов трехмерных изображений объектов является 3D карта, фрагмент которой приведен на рис. 5.

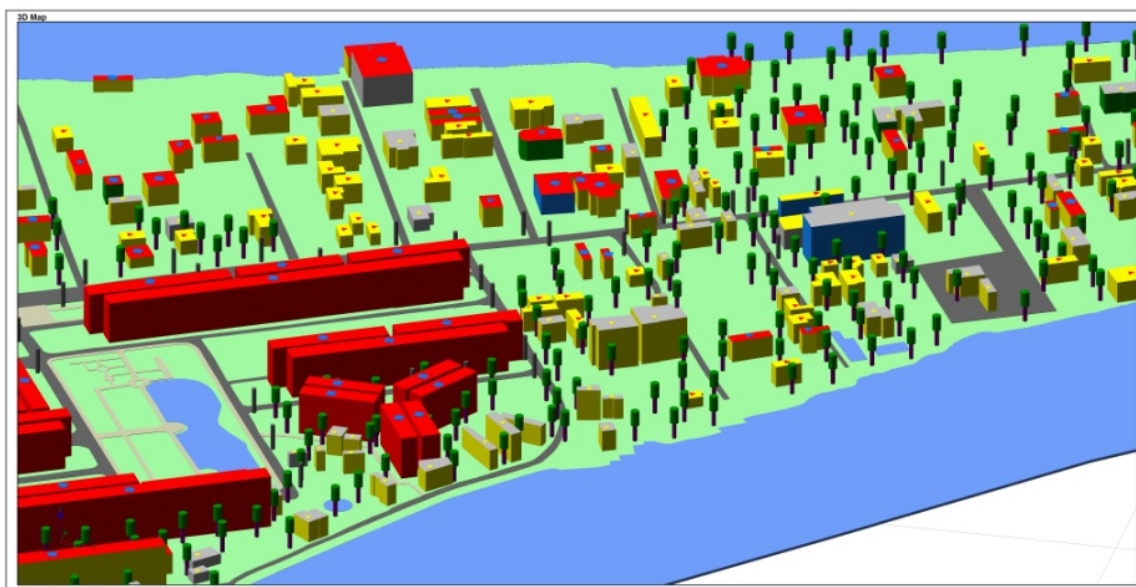


Рис. 5. Фрагмент 3D карты

Создание файлов трехмерных изображений поверхности Земли

Данный процесс начинается с создания массива искомым трехмерных координат земной поверхности. И здесь предлагаются два технологических варианта.

Первый вариант заключается в преобразовании точек отметок высот на карте. В качестве исходных данных принимаются 2D карты, созданные в среде ГИС MapInfo, затем в MapInfo выполняется процесс передачи высотной отметки, представленной в качестве атрибута, в третью координату H для составления 3D цифровой модели. Схема указанного процесса приведена на рис. 6.

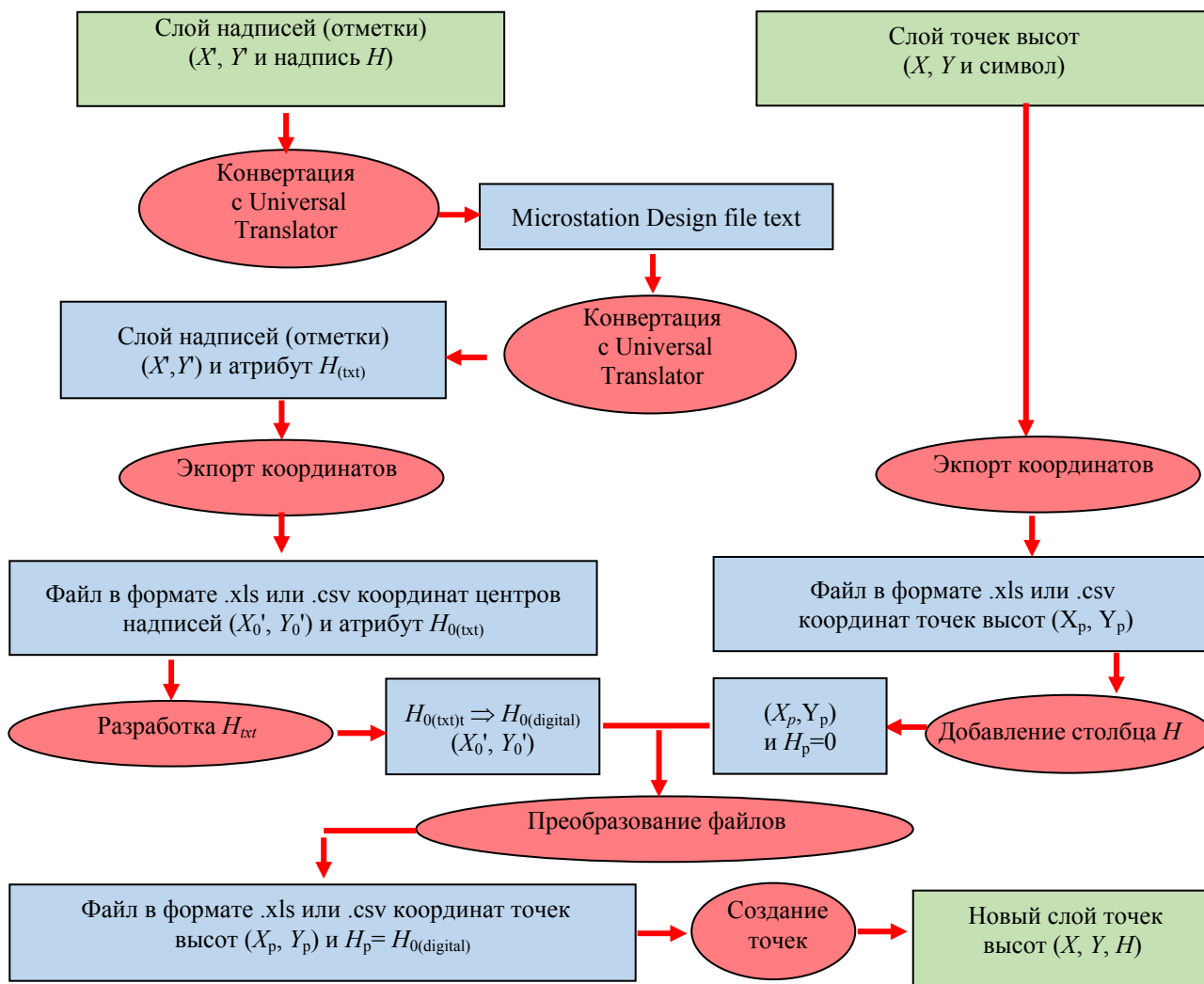


Рис. 6. Схема процесса преобразования координат

После выполнения этого процесса получают два массива координат точек и координат надписей, которые необходимо совместно преобразовать для получения массива искомых трехмерных координат точек высот. Для выполнения этого процесса написана специальная программа *CoordinatGrid*, экранная форма которой приведена на рис. 7.

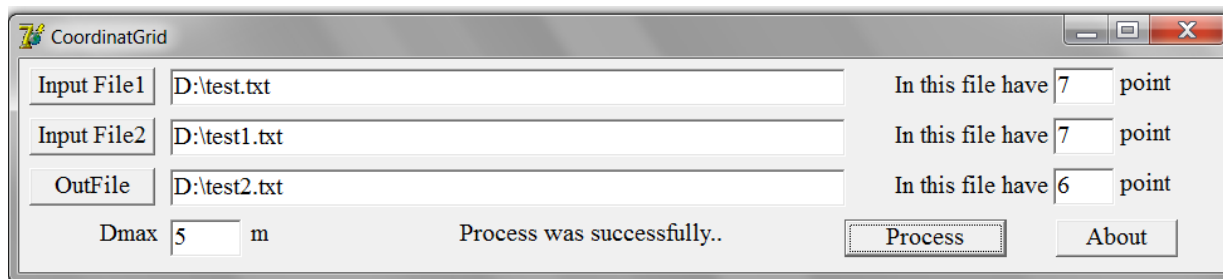


Рис. 7. Экранная форма программы *CoordinatGrid*

Второй вариант ориентирован на создание массива искомых точек с трехмерными координатами преобразованием горизонталей: преобразуются горизонталы в точки и экстрагируют координаты X , Y и H или Z value с помощью Mapinfo Tool: PolyNode Extrator.

Таким образом, с помощью предложенной методики можно создать массив трехмерных координат точек на основе имеющихся картографических материалов, что существенно снижает затраты времени и средств по сравнению с топографическими съемками.

Следующим этапом в создании файлов трехмерных изображений земной поверхности является построение 3D модели поверхности Земли. Общая схема технологической последовательности операций по построению искомой 3D модели приведена на рис. 8 и включает три крупных технологических блока:

- создание сетки высот поверхности Земли, предоставляются два варианта:
 - Create Grid: интерполирование наборов данных, в том числе высот поверхностей, с помощью методов минимальной кривизны, пространственного соседа, кригинга, триангуляции и др.;
 - Large and Multi-file Gridding: интерполирование одного или нескольких файлов.

Результатом выполнения данного технологического процесса является файл сетки высот;

- генерация горизонталей: результатом выполнения данного технологического процесса является файл горизонталей.

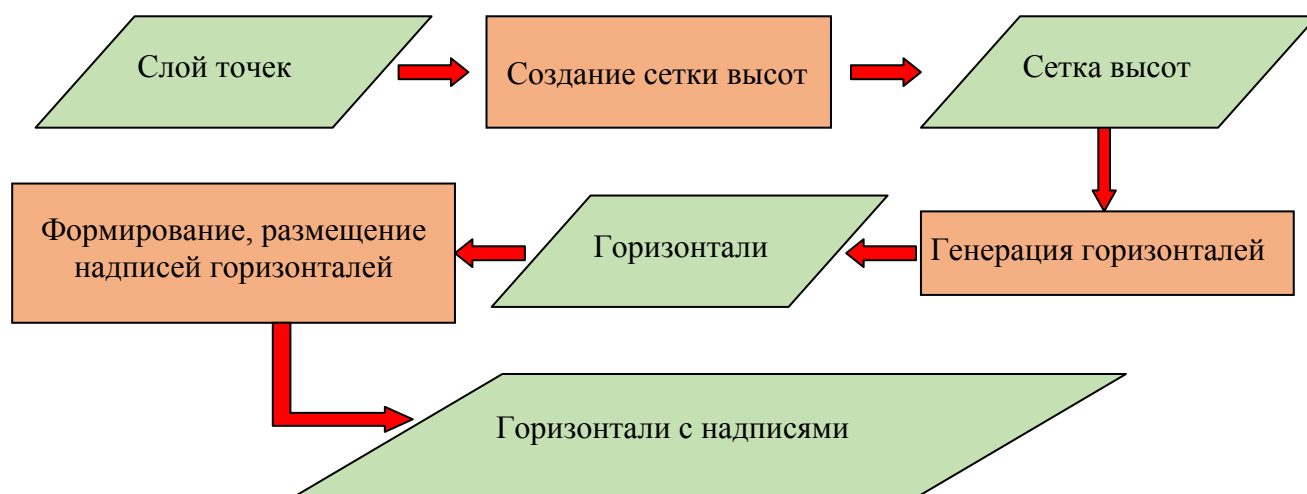


Рис. 8. Технологическая схема построения 3D модели поверхности Земли

При сравнении разных методов интерполирования наборов данных получено, что наилучшее приближение к исходным горизонталям для условий данного эксперимента достигается при применении интерполяционного метода «Пространственное Соседство»;

- формирование и размещение надписей: надписи горизонталей можно локализовать в любом месте по требованию картографа.

Итоговым результатом выполнения всех трех технологических блоков является 3D модель поверхности Земли в традиционном двухмерном представлении (с горизонталями) или трехмерном представлении в виде поверхности с помощью пакета Engage 3D (рис. 9).

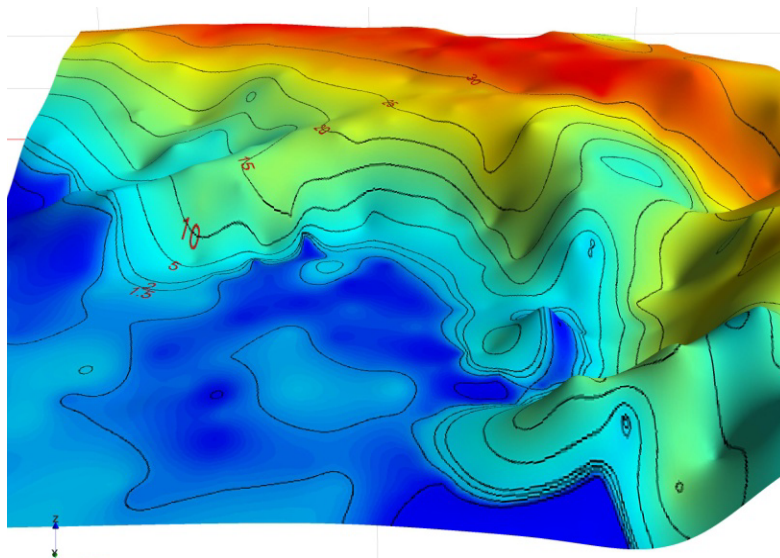


Рис. 9. Изображение 3D модели поверхности Земли

Комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции

Последним процессом разработанной технологии является процесс формирования выходной картографической и мультимедийной продукции. Он включает следующие укрупненные операции:

- сохранение результатов данной сессии работы (File-Save session);
- создание набора продукции (File-Save to packag);
- создание снимков, съемок или видеофильмов вдоль определенного заданного маршрута движения;
- сохранение изображения 3D View в окне программы в форме фотосъемки;
- добавление 3D изображения в окне 2D карт программы Mapinfo;
- использование 3D карт в составлении тематических карт.

Характерным примером реализации последней операции могут служить результаты составления тематической 3D карты районирования возможного наводнения г. Хошимин [10].

Для составления карты районирования наводнения г. Хошимин была предложена технологическая схема (рис. 10).

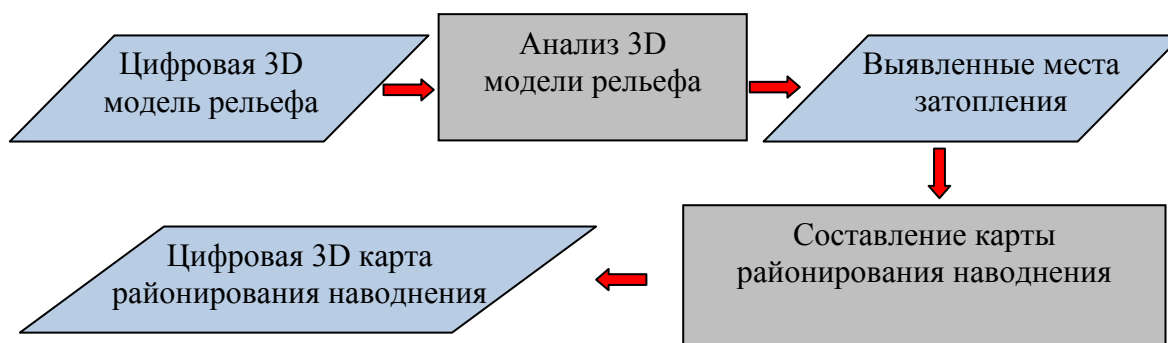


Рис. 10. Технологическая схема составления 3D карты районирования наводнения

В соответствии с предложенной технологической последовательностью были созданы три карты, соответствующие трем уровням тревоги (уровень воды соответствует 1-му уровню тревоги: 1,3(м); 2-му уровню тревоги: 1,4(м); 3-му уровню тревоги: 1,5(м)).

Фрагмент составленной тематической 3D карты районирования наводнения г. Хошимин для условий 3-го уровня тревоги приведен на рисунке 11.

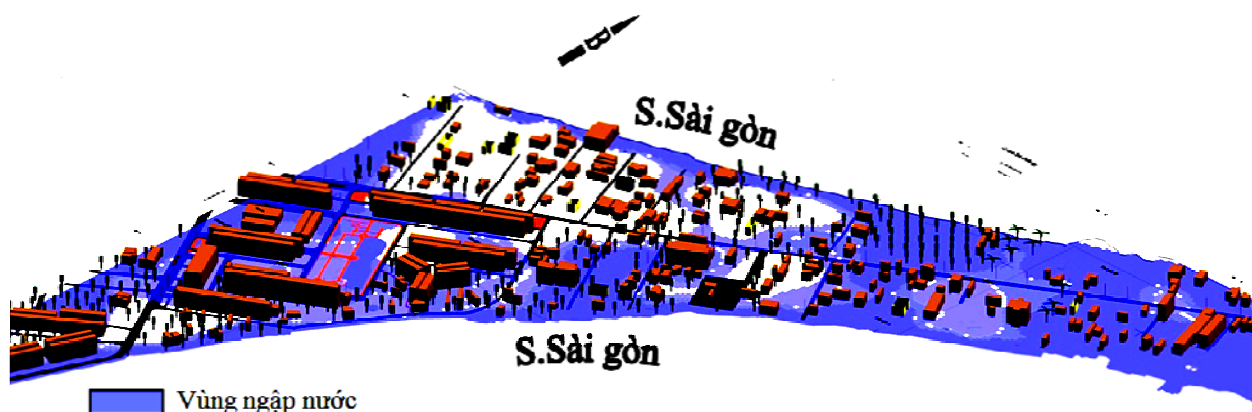


Рис. 11. Фрагмент карты наводнения 3-го уровня тревоги г. Хошимин

Таким образом, разработанная технология формирования трехмерных карт путем преобразования информации об объектах местности и земной поверхности в формате Mapinfo из 2D карты в 3D карту с помощью пакета Engage 3D позволяет существенно ускорить процесс трехмерного картографирования. Применение этой технологии позволяет создавать 3D- карты гораздо быстрее, чем при использовании собранной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

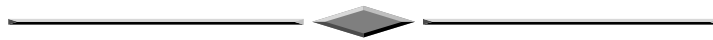
1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

2. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Методические основы цифрового трехмерного картографирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 6. – С. 37–42.
3. Наземное лазерное сканирование: монография / В. А. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009.
4. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 87–93.
5. Нгуен Ань Тай. Методы составления цифровых карт окружающей среды во Вьетнаме // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 193–198.
6. Нгуен Ань Тай. Содержание и оформление цифровых карт во Вьетнаме / Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 199–202.
7. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трехмерном картографировании // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 190–195.
8. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Классификация и обоснование условных знаков крыш для трехмерных карт Вьетнама на основе признаков «Фэн-Шуй» и «У-Син» // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 147–153.
9. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Формирование трехмерных картографических изображений зданий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 3. – С. 35–39.
10. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Геоинформационный анализ возможных затоплений территории города Хошимин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля 2014 г., Новосибирск : 5-я Международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов. – Новосибирск : СГГА, 2014. – С. 12–18.

Получено 10.08.2015

© Нгуен Ань Тай, 2015

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 528.44

ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ГРАНИЦ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Алексей Константинович Зубенко

Тюменский государственный нефтегазовый университет, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, преподаватель специальных дисциплин, тел. (919)951-91-93, e-mail: info@tsksts.ru

Юрий Викторович Касаткин

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, ассистент кафедры геодезии и фотограмметрии, тел. (922)264-45-54, e-mail: tgasa@mail.ru

В статье рассмотрен опыт подготовки землеустроительного дела и его основной составляющей – карты (плана), необходимой для внесения сведений в государственный кадастр недвижимости о границах особо охраняемых природных территорий.

Действующее законодательство относит границы природных заказников к зонам с особым режимом использования, сведения о которых должны быть внесены в государственный кадастр недвижимости.

В качестве особо охраняемой природной территории выбран государственный природный заказник регионального значения «Пяковский», расположенный на территории Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

В процессе проведения комплекса землеустроительных работ определена этапность работ, выявлена необходимость утверждения дополнительных нормативно-правовых актов, которые бы четко регламентировали процесс подготовки и согласование землеустроительного дела и внесения сведений в государственный кадастр недвижимости о границах особо охраняемых территорий.

Ключевые слова: особо охраняемые территории и объекты, граница, территории, природный заказник.

FEATURES OF LAND-MANAGEMENT ACTIVITIES UPON THE BORDERS OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES

Aleksey K. Zubenko

Tyumen State University of Oil and gas, 625000, Russia, Tyumen, 38 Volodarskogo St., teacher of special disciplines, tel. (919)951-91-93, e-mail: info@tsksts.ru

Yuri V. Kasatkin

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, 625000, Russia, 2 Lunacharskogo, assistant lecturer, Department of Geodesy and Photogrammetry, tel. (922)264-45-54, e-mail: tgasa@mail.ru

The article describes the experience of preparation land-management business and the main component of map (plan), necessary for entering information in the state real estate cadaster of the boundaries of specially protected natural territories. The legislation classifies the boundaries of nature reserves to areas with a special regime of use, details of which should be included in the state cadastre of real estate (OCG).

As a protected area selected state natural reserve of regional importance "Pacholski", located on the territory krasnoselkupskii district of Yamalo-Nenets Autonomous district.

In the process of carrying out a range of land management determined phasing of the work, identified the need for additional approval of legal acts that would explicitly regulate the process of preparation and approval of land use cases and entering of data in the OCG about the boundaries of protected areas.

Key words: specially protected territories and objects, the border, territories, wildlife refuge.

Одним из основных итогов проведения земельной реформы (1991 г.) явилось выделение в отдельную целевую категорию земель, подлежащих особой охране, которые ранее входили в состав земель промышленности, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения. Речь идет о категории земель особо охраняемых территорий и объектов (ООТО).

На сегодняшний день большое количество исследователей уделяют особое внимание данной категории земель [1–10].

В состав ООТО входят особо охраняемые природные территории (ООПТ). Создание, а также резервирование участков для формирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) выполняется в целях сохранения, восстановления и охраны ресурсов животного и растительного мира.

Одним из примеров ООПТ является государственный природный заказник регионального значения «Пякольский», расположенный на территории Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Заказчик является особо охраняемой природной территорией регионального значения, имеет биологический (ботанический и зоологический) профиль (рис. 1).

Основными задачами государственного природного заказника являются:

- сохранение, восстановление и воспроизводство объектов животного мира, в том числе водных биологических ресурсов, и поддержание экологического баланса;
- сохранение среды обитания и путей миграции объектов животного мира;
- проведение научных исследований;
- осуществление экологического мониторинга;
- экологическое просвещение и развитие познавательного туризма.

Действующее законодательство относит границы природных заказников к зонам с особым режимом использования, сведения о которых должны быть внесены в государственный кадастр недвижимости (ГКН) [11, 16]. Состав сведений ГКН о таких территориях ООПТ определен статьей 10 Федерального закона [13]. Для внесения данных в ГКН в соответствии с [14] требуется подготовка карты (плана) объекта землеустройства.



Рис. 1. Обзорная схема границ государственного природного заказника регионального значения «Пяковский»

Комплекс землеустроительных работ по описанию местоположения границ объекта землеустройства включал в себя несколько этапов и проводился в следующей последовательности:

- подготовительные работы;
- описание границ объекта землеустройства;
- формирование землеустроительного дела;
- передача землеустроительного дела в государственный фонд данных;
- передача землеустроительного дела с отметкой государственного фонда данных заказчику работ (рис. 2).

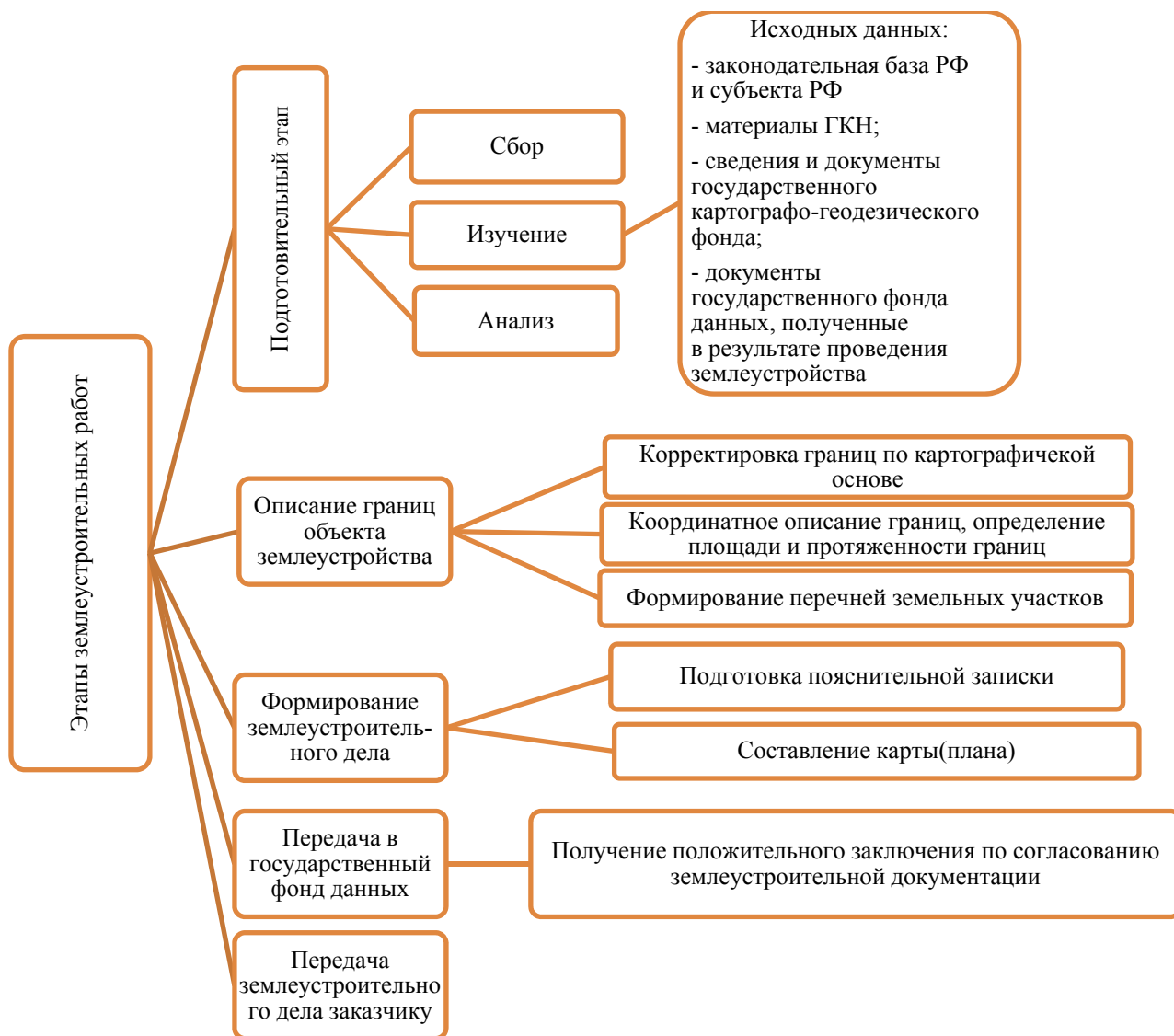


Рис. 2. Этапность проведения работ

В период разработки землеустроительного дела собраны и проанализированы:

- законодательные акты, содержащие сведения об особо охраняемых природных территориях Ямало-Ненецкого автономного округа [17–20];
- сведения ГКН в виде кадастровых планов территории на район землеустроительных работ;
- картографо-геодезическое обеспечения работ – топографические карты открытого пользования масштабов 1 : 100 000, 1 : 50 000 в векторном виде формата MapInfo, система координат 1963 г., район работ L, 6-градусная, 1-я зона.

Подготовка цифровой модели границ территории природного заказника выполнялась с применением ПО MapInfo 11.0, с учетом картографического описания границы, утвержденной постановлением Правительства Ямало-

Ненецкого автономного округа от 28.03.2013 г. № 184-П. Далее границы откорректированы по картографической основе с точностью, соответствующей точности карты масштаба 1 : 50 000.

В соответствии с откорректированными границами определена площадь и протяженность границ заказника, составлена экспликация земель по видам угодий (рис. 3).

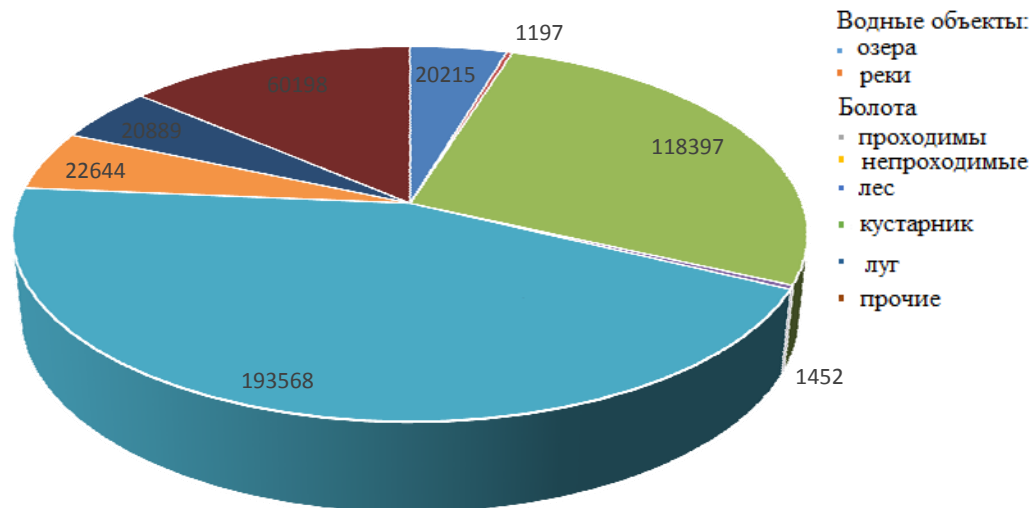


Рис. 3. Экспликация земель по видам угодий, га

С учетом актуальных сведений, содержащихся в ГКН, составлены перечни земельных участков, включенных в границы государственного природного заказника регионального значения, а также земельных участков, пересекающих его границы.

Перечни земельных участков составляются ввиду того, что в границах ООПТ все землепользователи обязаны соблюдать особый режим охраны, при этом ограничение прав землепользователей подлежит возмещению убытков.

Расчет общего размера убытков при обременении земельного участка осуществлялся следующим образом:

$$Y_{\text{обр}} = Y_{\text{им}} + Y_{\text{В}} + Y_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где $Y_{\text{им}}$ – реальный ущерб имуществу при обременении;

$Y_{\text{В}}$ – упущенная выгода при обременении;

$Y_{\text{пр}}$ – прочие, документально подтвержденные расходы правообладателя при обременении [2].

Результаты работ в виде карты (плана) по описанию местоположения границ территории природного заказника подготовлены в соответствии с [12], со-

гласованы с заказчиком – Департаментом природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа.

Согласованный экземпляр землеустроительного дела в соответствии с [15] передается в государственный фонд данных Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии Ямало-Ненецкого автономного округа

Решение о согласовании или об отказе в согласовании землеустроительной документации принимается в течение 30 дней с даты представления всех необходимых материалов. Заявитель уведомляется о принятом решении в письменной форме (в случае отказа в согласовании – с указанием причин). Если уведомление не направлено в указанный срок, землеустроительная документация считается согласованной [15].

После положительного заключения о согласовании землеустроительной документации от государственного фонда данных подготовлен электронный пакет документов, подписанный электронно-цифровой подписью лица, подготовившего карту (план) для последующей передачи по каналам межведомственного взаимодействия в Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Ямало-Ненецкому автономному округу.

В ходе выполнения землеустроительных работ по описанию местоположения границы ООПТ и внесения сведений в ГКН выявлено отсутствие четкого механизма взаимодействия между подразделениями Росреестра при согласовании и передаче землеустроительного дела и карты (плана), что приводит к значительным финансовым и временным затратам исполнителя работ. Подводя итог, можно сказать, что необходима разработка и утверждение дополнительных нормативно-правовых актов, которые бы четко регламентировали процесс подготовки и согласования землеустроительного дела и внесения сведений в ГКН о границах ООПТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щукина В. Н., Голякова Ю. Е., Малышкина И. А. Формирование особо охраняемых природных территорий // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 60–65.
2. Жарников В. Б. Современные задачи территориального развития и роль землеустройства в их решении // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. Т. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 118–120.
3. Голякова Ю. Е. Обоснование идентификационных признаков объектов и земель историко-культурного назначения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 51–56.

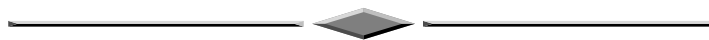
4. Калюжин В. А., Одинцова Н. В. Опыт внесения в государственный кадастр недвижимости зон с особыми условиями использования территорий // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 82–87.
5. Парфенов М. И. Проведение государственного кадастрового учета территорий объектов культурного наследия на современном этапе // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2008. – № 6. – С. 30–32.
6. Гиниятов И. А. О классификации документов государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 85–87.
7. Пыркова А.Г. Система Российского законодательства об особо охраняемых природных территориях и природных объектах // Актуальные проблемы экономики и права. – 2010. – № 2 (14). – С. 131–137.
8. Хамидулина Д. Ф. Некоторые проблемы правового режима особо охраняемых природных территорий // Аграрное и земельное право. – 2005. – № 4. – С. 114.
9. Степаницкий В. Б. Постатейный комментарий к Федеральному закону РФ «Об особо охраняемых природных территориях». – М., 2001.
10. Орлов Н. Г. Отдельные проблемы вещных прав на землю особо охраняемых природных территорий // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – № 2 (1). – С. 202–206.
11. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, 2008. – 112 с.
12. Об утверждении формы карты (плана) объекта землеустройства и требований к ее составлению: постановление Правительства РФ от 30 июля 2009 г. № 621: (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. О государственном кадастре недвижимости (в ред. 23.07.2013): федеральный закон от 04.07.2007 года № 221, принят Государственной Думой 4 июля 2007 г. Одобрен Советом Федерации 11 июля 2007 года [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. О землеустройстве (в ред. 22 октября 2014 г.): федеральный закон от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ, принят Государственной Думой 24 мая 2001 года [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. Об утверждении положения о согласовании и утверждении землеустроительной документации, создании и ведении государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства: постановление Правительства РФ от 11.07.2002 № 514 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
16. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях: федер. закон: [принят Гос. Думой 15 февраля 1995 г.] // «Российская газета». – № 57. – 22.03.1995 г. (с изм. от 27.12.2009 г. № 379-ФЗ).
17. Об охране окружающей среды в Ямало-Ненецком автономном округ: ЗАО - № 53: Закон ЯНАО [принят Гос. Думой Ямало-Ненецкого АО 18 июня 2008 г.] [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (в ред. Закона ЯНАО от 23.12.2010 № 138-ЗАО).
18. Об особо охраняемых природных территориях Ямало-Ненецкого автономного округа: ЗАО - № 69: Закон ЯНАО [принят Гос. Думой Ямало-Ненецкого АО 27 октября 2004 г.] // [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (в ред. Закона ЯНАО от 08.06.2009 № 38-ЗАО, от 23.12.2010 № 138-ЗАО).
19. О государственном природном заказнике регионального значения «Пякольский»: постановление Правительства Ямало-Ненецкого АО от 28 марта 2013 г. №184-П [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

20. Постановление Правительства Ямало-Ненецкого АО от 16 апреля 2013 г. № 249-П (в ред. От 10.02.2015) «Об осуществлении государственного надзора в области охраны и использования особо охраняемых природных территорий регионального значения Ямало-Ненецкого автономного округа» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Получено 07.07.2015

© А. К. Зубенко, Ю. В. Касаткин, 2015

ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ



УДК 681.7.067 : 681.7.072 : 681.7.013.624

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ И ЮСТИРОВКИ ЛИНЗОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЖИДКОСТНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Игорь Олегович Михайлов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры наносистем и оптоэлектроники, тел. (383)344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

Сергей Михайлович Чурилов

Новосибирский филиал Института физики полупроводников СО РАН им. А. В. Ржанова «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-кт акад. Лаврентьева, 2/1, заместитель руководителя, тел. (383)330-72-40, e-mail: oos@oesd.ru

Виктор Брунович Шлишевский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, д. 10, доктор технических наук, профессор кафедры наносистем и оптоэлектроники, тел. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

Обсуждаются некоторые особенности оптимального конструирования миниатюрных оптических систем на основе жидких (жидкостных) линз с изменяемым фокусным расстоянием. Предлагается принцип их конструирования на базе жидколинзовых модулей из материалов (жидкостей, стекла, пластика) с близкими температурными коэффициентами линейного расширения. Принцип поясняется на примере простейшего двухкомпонентного оптического блока, состоящего из предварительно отрегулированного жидколинзового модуля и отдельной твердотельной линзы.

Рассматривается схема устройства для юстировки и контроля оптических «моноблоков», включающих жидколинзовые элементы. Юстировка осуществляется поперечным смещением линз, их наклоном и регулировкой воздушного промежутка между компонентами. Приводятся примеры конструкций сложных комбинированных оптических систем с жидкими линзами при различных соотношениях между диаметрами оптических компонентов. Собираемые по предлагаемой методике конструкции оптических систем с жидкими линзами обладают высокой стабильностью своих оптических параметров.

Ключевые слова: жидкая линза, конструкция, оптическая система, переменное фокусное расстояние, радиус кривизны, сборка, юстировка.

SOME PECULIARITIES OF ASSEMBLY AND ALIGNMENT OF LENS OPTICAL SYSTEMS WITH LIQUID COMPONENTS

Igor O. Mikhailov

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Nanosystems and Optical Devices, tel. (383)344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

Sergey M. Churilov

Novosibirsk Branch of the Institute of Semiconductor Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, «Technological Design Institute of Applied Microelectronics», 630090, Russia, Novosibirsk, 2/1 Lavrentiev avenue, Deputy Branch Director, tel. (383)330-72-40, e-mail: oos@oesd.ru

Viktor B. Shlishevsky

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Nanosystems and Optical Devices, tel. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@snga.ru

Some features of the optimal design of miniature optical systems based on liquid lens with a variable focal length are discussed. The principles for their design on the base of liquid lens modules made of materials with similar temperature coefficients of linear expansion (liquids, glass, plastic) is proposed. The principles are illustrated by the example of a simple two-component optical block consisted of a pre-adjusted liquid lens module and a solid lens. The structure diagram for adjustment and control of optical "monoblock" with liquid lens elements is considered. The alignment is carried out by transverse displacement of the lenses, by their tilt and adjustment of the air gap between the components. The examples of structures of complex optical systems with liquid lenses of different ratios between the diameters of the optical components are given. Assembled by the proposed method optical system constructions with liquid lenses have high stability of their optical parameters.

Key words: liquid lens, construction, optical system, variable focal length, radius of curve, assembly, aligning.

Одним из перспективных направлений развития современной оптотехники является разработка и создание оптических систем на основе жидкостных оптических элементов, которые при определенных условиях позволяют в значительных пределах изменять радиусы кривизны своих преломляющих поверхностей, а вместе с ними – и свое фокусное расстояние [1, 2]. Это замечательное свойство жидкостных (или жидких) линз (ЖЛ) существенно расширяет функциональные возможности оптических систем в реальном времени (автоматическая фокусировка и стабилизация изображения, быстрое плавное изменение увеличения и др.), что немаловажно для адаптивной оптики. Одновременно появляется возможность замены нескольких твердотельных линз одной управляемой ЖЛ. В итоге, при наличии соответствующих технологий ЖЛ в ряде случаев могут стать дешевой альтернативой асферическим и градиентным твердотельным компонентам. Кроме того, использование жидкостей с другими, отличными от твердых материалов, значениями показателей преломления и дисперсии дает новые

комбинации оптических сред для осуществления более совершенной ахроматической коррекции оптических систем с целью повышения их качества изображения в широкой области длин волн [3–5], что автоматически влечет за собой комплексное улучшение тактико-технических характеристик оптико-электронных приборов. Ярким демонстрационным примером успешного применения ЖЛ может служить панкратический прицел для стрелкового оружия с технологией адаптивного увеличения «RAZAR» (Rapid Adaptive Zoom for Assault Rifles), основанной на использовании набора управляемых полимерных ЖЛ [6].

По-видимому, впервые эффективно действующая ЖЛ-система с регулируемым радиусом кривизны была реализована на принципах, предложенных в патентах [7, 8]. Вскоре к подобным разработкам активно подключился целый ряд фирм и компаний, таких как «Koninklijke Philips Electronics N. V.» [9], «Fuji Photo Film Co., Ltd.» совместно с «Fujinon Corporation» [10], «Fujifilm Corporation» [11], «Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.» [12–14], «Sony Corporation» [15, 16] и др. Сравнительно недавно появилось сообщение [17], что технологией производства ЖЛ заинтересовался и отечественный холдинг «Швабе», входящий в Госкорпорацию Ростех.

Вообще говоря, уже отдельно взятая капля жидкости сама по себе образует криволинейную поверхность и, следовательно, может быть использована в качестве линзы. Ее форма определяется величиной поверхностного натяжения и свойствами подложки, на которую она помещается. При этом растекание жидкости по поверхности характеризуется величиной так называемого краевого угла Θ , который на плоской подложке будет острым в случае большого растекания при хорошем смачивании поверхности, и тупым в случае слабого растекания при плохом смачивании поверхности (рис. 1).

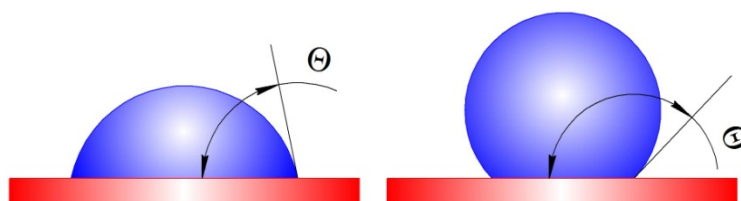


Рис. 1. Формы капли жидкости и соответствующие краевые углы Θ

Для управления поверхностным натяжением существует несколько методов [1], но наибольший интерес проявляется к эффекту электросмачивания из-за высокой скорости реакции и низкого энергопотребления. Электросмачивание («electrowetting») – это технология, позволяющая контролировать и регулировать поверхностное натяжение в капле жидкости с помощью электрических потенциалов [18]. За счет изменения внешнего электрического поля между жидкостью и основанием, на котором она находится, изменяется смачиваемость основания, что приводит к изменению радиуса кривизны капли и ее фокусного расстояния.

Приведенная на рис. 1 схема не только поясняет основную концепцию ЖЛ в виде простых капель, но и раскрывает некоторые проблемы, связанные с их практической реализацией и применением. В частности, саму каплю жидкости не так легко получить строго заданного размера и еще сложнее надежно зафиксировать ее форму и положение. Кроме того, на открытом воздухе она будет постепенно испаряться и, следовательно, менять свои характеристики.

На рис. 2 показан конструктивный вариант ЖЛ, заключенной в герметичную камеру [19]. Здесь: 1 и 4 – защитные стекла, 2 – токопроводящая жидкость, 3 – токонепроводящая жидкость, 5 – корпус, 6 – изолирующий слой, 7 – токопроводящий слой, 8 – изоляторы, 9 – электроконтакты, 10 – управляемая преломляющая поверхность ЖЛ. В данном случае роль линзы играет объем специальной токонепроводящей жидкости (например, масла), граничащей с несмешиваемой токопроводящей жидкостью (например, водой) вместо воздуха, что снимает проблему испарения. Поверхностное натяжение между обеими жидкостями задается и контролируется посредством специальных электропроводящих контактов. В качестве простейших токопроводящих жидкостей обычно используются водные растворы солей (электролиты), а в качестве токонепроводящих – различные углеводородные соединения [20].

Конструкция на рис. 2 представляет собой автономный жидколинзовый модуль (ЖЛМ), по оптическим свойствам фактически эквивалентный двухлинзовой склейке с регулируемым радиусом кривизны общей поверхности. Функции защитных стекол могут выполнять не только плоскопараллельные пластины, но также и твердотельные линзы различной формы из разных материалов, и тогда система усложняется.

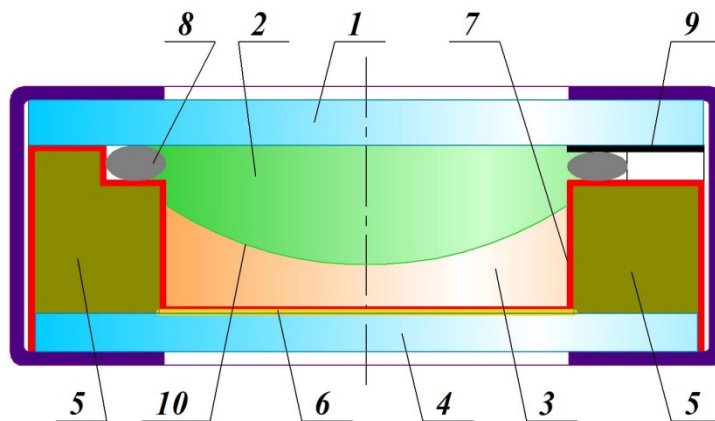


Рис. 2. ЖЛ в герметичной камере

Очевидно, что конструирование подобных устройств требует новых подходов, а их сборка и юстировка – разработки новых оригинальных методов с применением специальных установок и приспособлений [21].

Поскольку перефокусировка оптических систем с ЖЛ осуществляется без линейного перемещения оптических компонентов, а размеры ЖЛ, как правило, не очень велики, то наиболее оптимальной для них выглядит сборка типа «мо-

ноблок» с элементами, ориентированными относительно друг друга с необходимой степенью точности и жестко соединенными между собой клеем без дополнительных оправ, что минимизирует массогабаритные характеристики всей сборочной единицы.

Анализ типовых компоновок и особенностей юстировки линзовых оптических систем [22–24] позволил предложить принцип их конструирования на базе ЖЛМ из материалов (жидкостей, стекла, пластика) с близкими по значениям температурными коэффициентами линейного расширения [21]. Указанный принцип поясняется на рис. 3 на примере простейшего двухкомпонентного оптического блока, состоящего из предварительно отрегулированного ЖЛМ и отдельной твердотельной линзы.

Для получения качественного изображения при юстировке используется не только поперечное перемещение линзы, но и ее наклон с одновременной регулировкой воздушного промежутка между оптическими компонентами.

В начальном положении (рис. 3, а) все элементы – ЖЛМ 1, эластичное кольцо (резиновое или силиконовое) 2 сечения, согласованного с заданным воздушным промежутком между оптическими компонентами, и линза 3 – устанавливаются последовательно и свободно, причем, как видно, оптические оси ОО компонентов 1 и 3 не совпадают, т. е. система не центрирована. В процессе юстировки системы (рис. 3, б) используются упругие свойства эластичного кольца: наклон выполняется приложением силы P_1 , с помощью силы P_2 осуществляется центрирование оптических компонентов, силой P_3 регулируется воздушный промежуток между ними. Центрирование и наклон контролируются каким-либо известным оптическим методом, а величина воздушного промежутка d – при помощи индикатора часового типа. Достигнутое положение деталей фиксируется клеем, залитым в зазор по контуру (рис. 3, в). Полученный монолитный оптический блок вклеивается в специальную стеклянную оправу, дополнительно усиливающую конструкцию, а та, в свою очередь, помещается в защитный пластиковый корпус, позволяющий закрепить весь узел на монтажной основе.

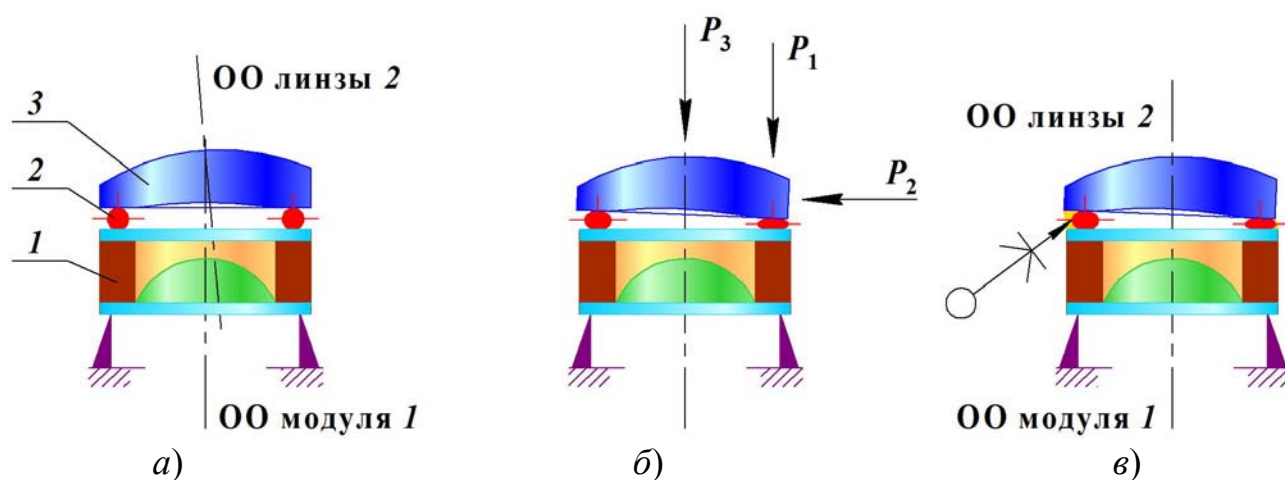


Рис. 3. Принцип сборки и юстировки двухкомпонентного оптического блока с ЖЛМ

Если расстояние d между компонентами 1 и 3 превышает допустимую толщину (диаметр сечения) кольца 2, то между ними может быть установлено вспомогательное жесткое пластиковое или стеклянное кольцо требуемого размера; сущность и последовательность регулировок, а также общее конструктивное исполнение от этого не изменяются.

На рис. 4 представлена принципиальная опτικο-кинематическая схема устройства для юстировки и контроля таких оптических блоков в практических условиях [25].

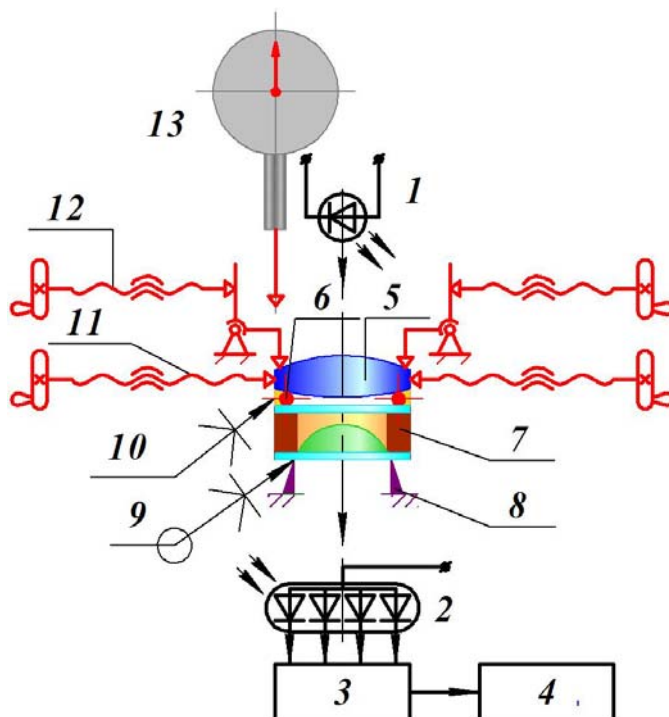


Рис. 4. Принципиальная схема юстировочного устройства

Качество юстировки контролируется при помощи оптико-электронной системы 1–4. Лазерный источник излучения 1 формирует узкий параллельный световой пучок, проходящий через всю оптическую систему и настраиваемый так, чтобы в отсутствие оптических компонентов он попадал в центр квадрантного фотоприемника 2. Тогда после установки контролируемой сборочной единицы фотоприемник будет генерировать сигнал, пропорциональный величине поперечного смещения пучка в плоскости его светочувствительных элементов. Далее этот сигнал поступает в блок обработки 3, который формирует информацию в удобном для оператора виде и выводит ее, например, на монитор компьютера 4. Базовым оптическим элементом является ЖЛМ 7, который закрепляется на опорной детали 8 шеллаком или центрировочной смолой 9. Юстируемый оптический компонент (в частности, твердотельная линза) 5 устанавливается через эластичное (резиновое) кольцо 6 соответствующего сечения. Его центрирование выполняется винтовыми механизмами 11, а наклон регулируется рычажно-

винтовыми механизмами 12. Воздушный промежуток между юстируемым элементом 5 и ЖЛМ 7 контролируется индикатором часового типа 13. Достигнутое положение деталей фиксируется клеем 10, заливаемым в зазор по контуру.

Конструктивный вариант устройства рассмотренной схемы приведен на рис. 5. На основании 1 закреплена несущая стойка 2 и квадрантный фотоприемник 3 с блоком обработки сигнала. С кронштейном 4 при помощи регулировочных винтов 7 связано базисуемое устройство 5 с собираемой и юстируемой линзовой оптической системой 6. Гайка 9 дает возможность перемещать вдоль стойки 2 кронштейны 8 и 12, разделенные кольцом 11. На кронштейне 8 установлены три юстировочных винтовых и рычажно-винтовых механизма высокой чувствительности 10, с помощью которых выполняются тонкие подвижки юстируемого оптического компонента. Кронштейн 12, кроме перемещения вдоль стойки 2, может вращаться вокруг нее, что позволяет вводить индикатор часового типа 13 в область измерений при контроле воздушных промежутков между оптическими компонентами. В верхней части стойки 2 неподвижно закреплен кронштейн 14 с установленным в нем источником лазерного излучения 15. Регулировкой опор 16 выставляется устойчивое положение всего устройства.

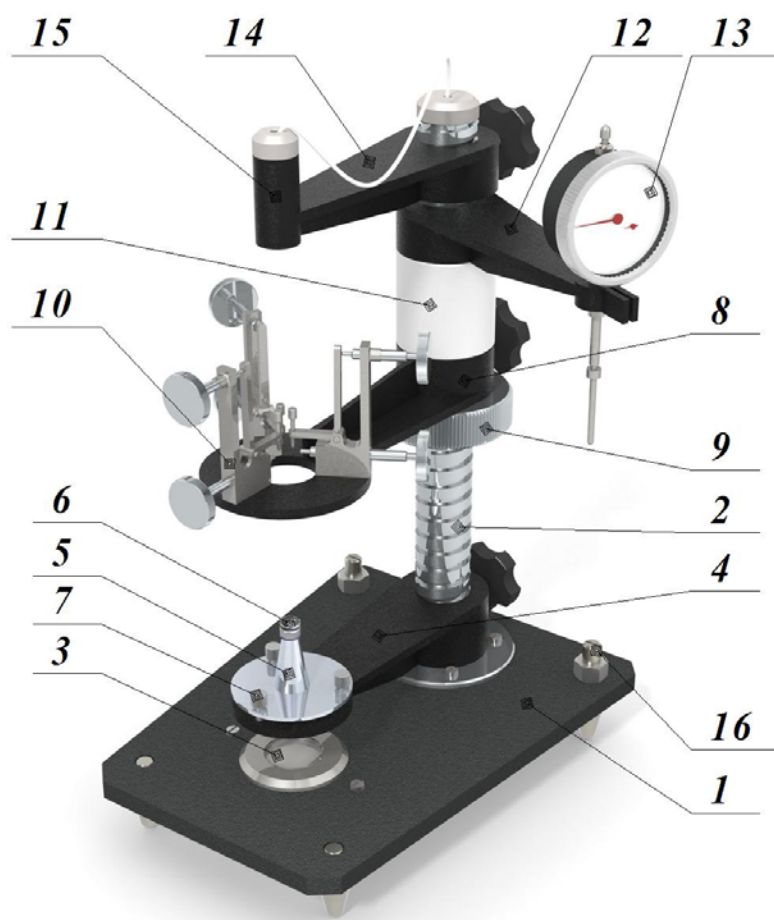


Рис. 5. Вариант конструкции юстировочного устройства

Сборка и юстировка оптической системы выполняются в следующей последовательности.

1. ЖЛМ *1* при помощи шеллака или центрировочной смолы закрепляется на базирующем устройстве *2* (рис. 6, *а*). При включенном источнике лазерного излучения винтами *3* регулируется центрирование прошедшего через оптический компонент лазерного пучка относительно фоточувствительных площадок квадрантного фотоприемника. Контроль выполняется по визуальным индикаторам, например, на мониторе компьютера.

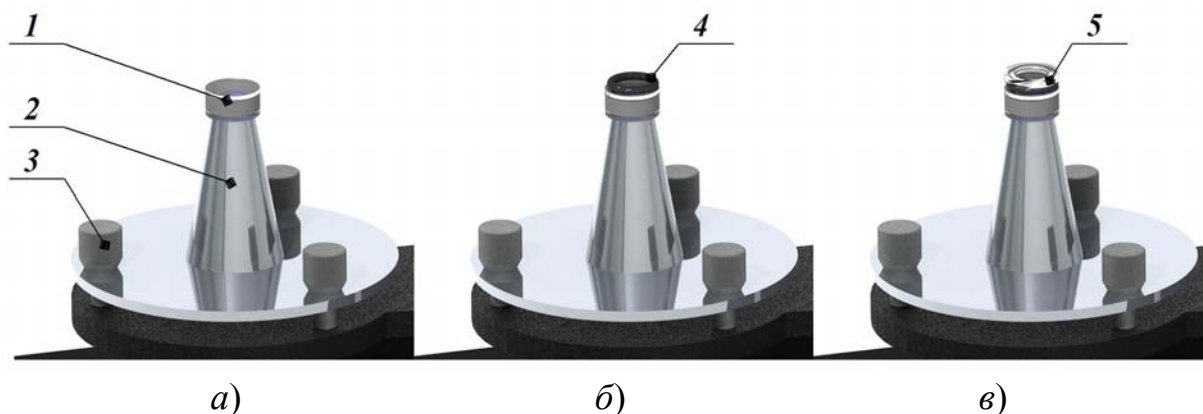


Рис. 6. Последовательность установки компонентов линзовой оптической системы на базирующем устройстве

После предварительной настройки на ЖЛМ помещается резиновое кольцо *4* (рис. 6, *б*), внутренний диаметр которого больше световых диаметров граничащих оптических компонентов, а сечение согласовано с воздушным промежутком между этими компонентами. На кольцо устанавливается второй оптический компонент (твердотельная линза) *5* (рис. 6, *в*). С внешней стороны в зазор между деталями наносится клей.

2. Кронштейн *1* при помощи гайки *2* перемещается в нижнее положение, как показано на рис. 7, *а*. При включенном лазерном источнике излучения, формирующем узкий параллельный пучок лучей *5*, винтами *3* юстировочного устройства выполняется центрирование твердотельного оптического компонента, а наклон и воздушный промежуток юстируются винтами *4*.

3. Для контроля и юстировки воздушного промежутка в оптической системе индикатор *1* перемещается в положение, показанное на рис. 7, *б*. Поворотом трех винтов *2* на равные углы юстируется воздушный промежуток между оптическими компонентами. Контроль осуществляется индикатором часового типа *1*.

Вариант такого рода конструкции сложной комбинированной оптической системы с ЖЛ при близких (или равных) диаметрах оптических элементов показан на рис. 8, *а*. Здесь: *1* – твердотельная линза, *2* и *3* – ЖЛМ, *4* и *5* – эластичные кольца, *6* и *7* – клеевые слои, *8* – жесткое промежуточное кольцо, *9* – стеклянная оправа, *10* – пластиковый корпус, *11* – электропровода.

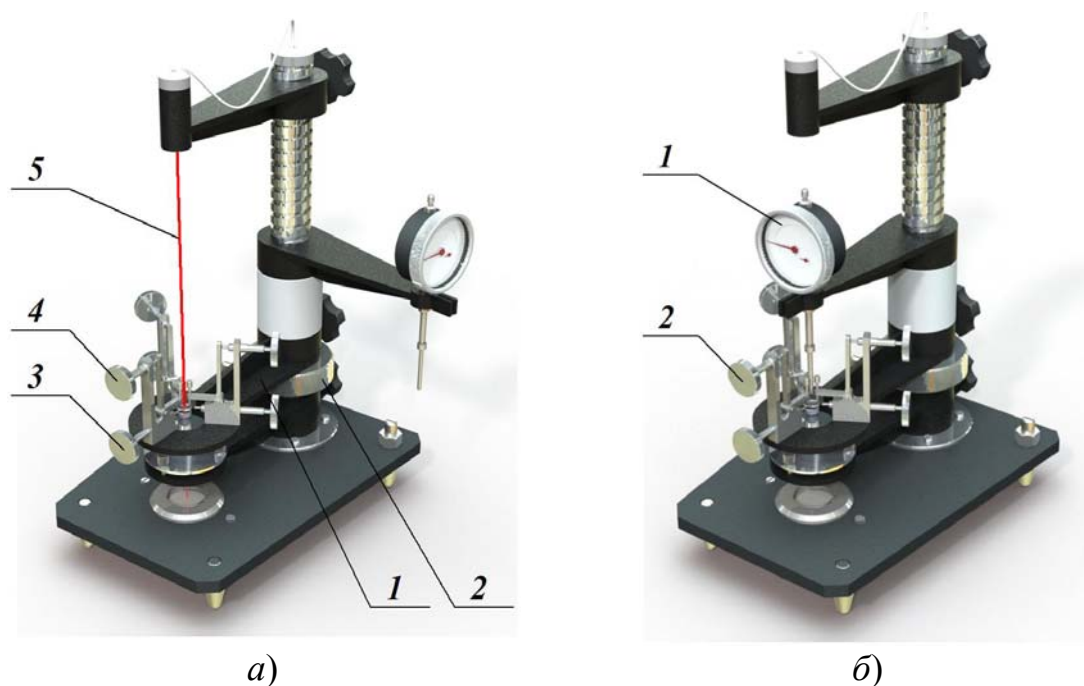


Рис. 7. Юстировка твердотельного компонента оптической системы

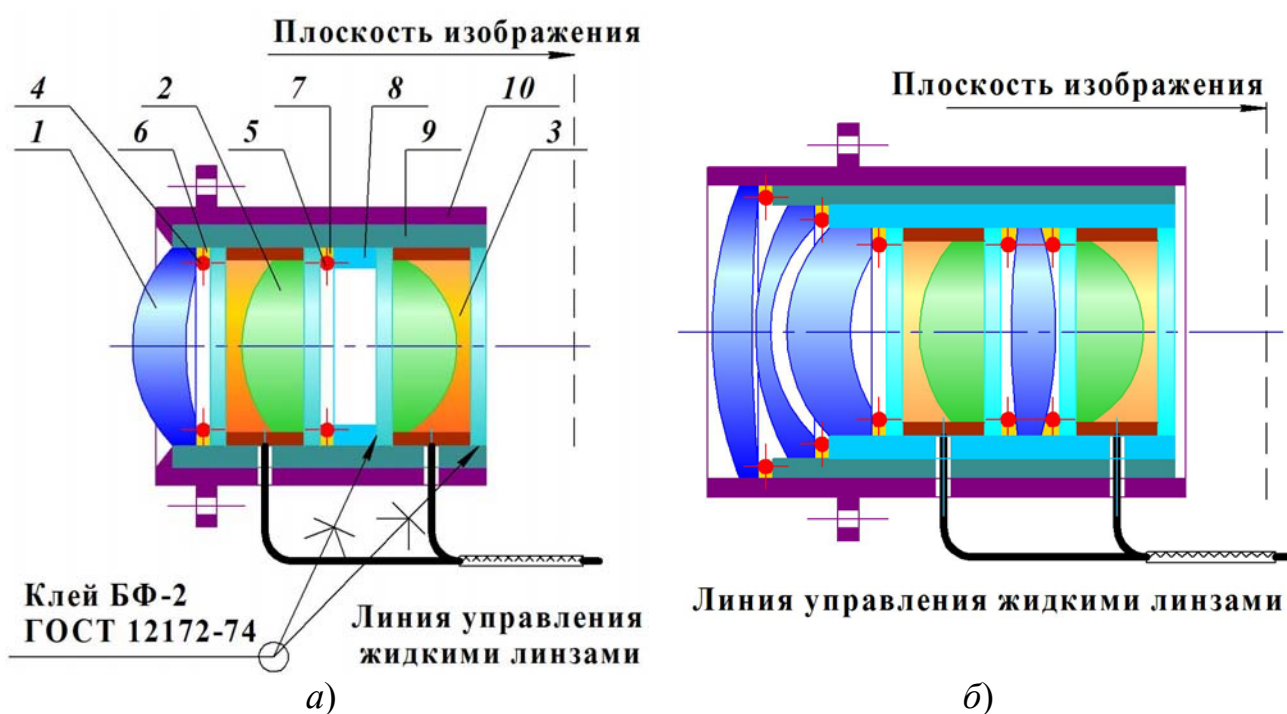


Рис. 8. Варианты конструкции сложной комбинированной оптической системы с ЖЛМ:

- а) при близких (или равных) диаметрах оптических элементов;
- б) при заметно различающихся диаметрах оптических элементов

Аналогичная, по сути, конструкция может быть использована и в том случае, когда оптические элементы достаточно сильно различаются по диаметру (рис. 8, б).

Собираемые по предлагаемой методике конструкции оптических систем с ЖЛ должны обеспечить высокую стабильность своих оптических параметров, поскольку все их элементы закрепляются жестко и изготавливаются из материалов (жидкостей, стекла, пластика) с близкими по значениям температурными коэффициентами линейного расширения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жидкие линзы – новая элементная база оптических и оптико-электронных приборов А. В. Голицын, В. С. Ефремов, И. О. Михайлов, Н. В. Оревкова, Б. В. Федоров, В. Б. Шлишевский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 7–11.
2. Физико-технологические основы построения оптико-информационных систем для видимого, инфракрасного и миллиметрового диапазонов длин волн / Д. В. Алантьев, А. В. Гельфанд, А. В. Голицын, А. В. Гусаченко, Г. Е. Журов, Ю. Л. Кравченко, И. И. Кремис, Кузнецов С. А., Паулиш А. Г., Федоринин В. Н., Шлишевский В. Б. // Юбилейный сборник избранных трудов Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН (1964–2014) / Ред. А. В. Латышев, А. В. Двуреченский, А. Л. Асеев. – Новосибирск: Параллель, 2014. – С. 736–760.
3. Ефремов В. С., Макарова Д. Г., Шлишевский В. Б. Условия построения двухкомпонентных жидкостных систем переменного увеличения // Изв. вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57, № 7. – С. 55–59.
4. Голицын А. В., Ефремов В. С., Шлишевский В. Б. Некоторые варианты оптических систем на основе жидкостных элементов // Сборник трудов XI Международной конференции «Прикладная оптика–2014». – СПб.: Оптическое общество им. Д. С. Рождественского, 2014. – Т. 3. – С. 55.
5. Голицын А. В., Сейфи Н. А. Численная оценка дисперсии идеального жидкостного оптического материала для устранения хроматизма положения // Сборник трудов XI Международной конференции «Прикладная оптика–2014». – СПб.: Оптическое общество им. Д. С. Рождественского, 2014. – Т. 3. – С. 64–66.
6. Szondy D. RAZAR riflescope brings push-button zoom to the battlefield. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gizmag.com/sandia-razar-adaptive-zoom-riflescope/34366/> (дата обращения: 19.02.2015).
7. Pat. 1999018456 WO. Lens With Variable Focus / B. Berge, J. Peseux. Publication Date: 04.15.1999.
8. Pat. 2000058763 WO. Drop Centering Device / B. Berge. Publication Date: 03.24.2000.
9. Pat. 7126903 US. Variable Focus Lens / B. J. Feenstra, S. Kuiper, S. Stallinga, B. H. W. Hendriks, R. M. Snoeren. Publication Date: 10.24.2006.
10. Pat. 7180678 US. Lens Unit and Image Taking Apparatus / T. Kato, T. Kiuchi, H. Miyano. Publication Date: 02.20.2007.
11. Pat. 7224534 US. Optical Element, Optical Unit, and Image-Taking Apparatus / T. Ootsuka, T. Kato, H. Miyano. Publication Date: 05.29.2007.
12. Pat. 2007/0247724 US. Liquid Lens With Curved Contact Surface / M. S. Jung. Publication Date: 10.25.2007.

13. Pat. 7656588 US. Liquid for Liquid Lens With High Rellability / J. Y. Bae, H. S. Choi, H. Y. Jung, J. Y. Kim. Publication Date: 02.02.2010.
14. Pat. 7680406 US. Liquid-Lens Assembly / M. S. Jung. Publication Date: 03.16.2010.
15. Pat. 7298559 US. Variable Focus Lens and Optical Device Using the Same as Well as Method of Manufacturing Variable Focus Lens / Y. Kato, F. Mueda. Publication Date: 11.20.2007.
16. Pat. 8238033 US. Liquid Lens Device and Manufacturing Method Therefor / Y. Takai, T. Yoshida, M. Shimase, H. Ishiguro. Publication Date: 08.07.2012.
17. «Швабе» разрабатывает технологии производства жидкостных линз. [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/economy/20150310/1051706839.html> (дата обращения: 12.03.2015).
18. Light Actuation of Liquid by Optoelectrowetting / P. Y. Chioua, H. Moonb, H. Toshiyoshic, C.-J. Kimb, M. C. Wua // Sensors and Actuators A: Physical. – 2003. – Vol. 104 (3). – P. 222–228.
19. Pat. 8238033 US. Liquid Lens Device and Manufacturing Method Therefor / Y. Takai, T. Yoshida, M. Shimase, H. Ishiguro. Publication Date: 08.07.2012.
20. Ефремов В. С., Шлишевский В. Б. Оптические материалы и ахроматическая коррекция типовых компонентов оптических систем: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 284 с.
21. Голицын А. В., Михайлов И. О., Шлишевский В. Б. Конструкция миниатюрного комбинированного объектива–моноблока с жидкими линзами // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 76–80.
22. Маламед Е. Р. Конструирование оптических приборов космического базирования: учеб. пособие. – СПб.: ГИТМО (ТУ), 2002. – 292 с.
23. Латыев С. М. Конструирование точных (оптических) приборов: учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 2007. – 579 с.
24. Сокольский М. Н. Допуски и качество оптического изображения. – Л.: Машиностроение, 1989. – 221 с.
25. Михайлов И. О., Шлишевский В. Б. Устройство и метод юстировки жидколинзовых систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. Т. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 171–173.

Получено 05.08.2015

© И. О. Михайлов, С. М. Чурилов, В. Б. Шлишевский, 2015

УДК 623.451

ФОТОННАЯ СТРУЯ С ЭФФЕКТОМ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Игорь Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Олег Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, заведующий кафедрой метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Предложен новый тип фотонной струи со свойствами двулучепреломления на основе фотонного кристалла. Приведенные результаты позволяют говорить о новом направлении в исследовании интригующих свойств метаматериалов и фотонных кристаллов, на основе которых формируются фотонные струи. Фотоннокристаллические свойства и двулучепреломление рассмотренного оптического элемента обусловлены эффектами локальных электрических полей, которые проявляются при распространении света в такой диэлектрически неоднородной структуре. Рассмотрены возможные области применения обнаруженного эффекта.

Ключевые слова: фотонная струя, эффект двулучепреломления.

PHOTONIC JET WITH BIREFRINGENT EFFECT BASED ON PHOTONIC CRYSTAL

Igor V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Metrology and Technology of Optical Production, tel. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Oleg V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Metrology and Technology of Optical Production, tel. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

We have introduced a novel type of photonic crystal aided photonic jet with birefringent properties. Our results suggest novel directions in the study of the intriguing properties of metamaterials and photonic crystals aided photonic jets. Birefringence and photonic crystal aided properties of considered the optical element due to the effect of local electric fields localizations, which are shown in the propagation of light in a dielectrically inhomogeneous structure. Possible fields of application of the observed effect are discussed.

Key words: photonic jet, birefringent effect.

Эффект двулучепреломления [1, 2] впервые был обнаружен датским ученым Расмусом Бартолином на кристалле исландского шпата и связан с явлени-

ем двойной рефракции или поляризационной зависимостью показателя преломления в среде. Обычно в литературе термин «двулучепреломление» связан с двумя различными понятиями. В классической оптике под двулучепреломлением обычно понимается двойная рефракция. В лазерных системах и технологиях и в нелинейной оптике (а также в зарубежной литературе) под двулучепреломлением обычно понимается свойство некоторых неизотропных материалов, чей показатель преломления зависит от направления поляризации (от направления электрического поля). Данное свойство делает такой материал способным обладать эффектом двойного преломления непосредственно после падения на него неполяризованного излучения.

Из уравнений Максвелла для материальной среды следует, что фазовая скорость света в среде обратно пропорциональна величине диэлектрической проницаемости ϵ среды. В некоторых материалах диэлектрическая проницаемость – тензорная величина – зависит от направления электрического вектора, то есть от состояния поляризации волны, поэтому и фазовая скорость волны будет зависеть от ее поляризации.

Согласно классической теории света, возникновение эффекта связано с тем, что переменное электромагнитное поле света заставляет колебаться электроны вещества, и эти колебания влияют на распространение света в среде, а в некоторых веществах заставить электроны колебаться проще в выделенных направлениях.

Двулучепреломление и связанные с ними оптические эффекты играют важную роль в квантовых и нелинейных процессах, а также широко используются в современных оптических приборах, таких как оптические датчики, датчиках на основе эффекта Фарадея [3], модуляторах, жидкокристаллических дисплеях, для медицинской диагностики и т. п.

Отличительная особенность фотонных кристаллов заключается в наличии пространственно периодического изменения показателя преломления в одном или нескольких пространственных направлениях. Для двумерных фотонных кристаллов эффект двулучепреломления связан с разностью эффективной диэлектрической проницаемости двух ортогональных поляризационных мод. Известно, что для двумерных волноводов на основе фотонных кристаллов величина двулучепреломления (разность эффективных показателей преломления) достигает значений $\sim 0,07$ и $\sim 0,1$ для квадратных и треугольных решеток (матрица цилиндрических отверстий в материалах с высоким показателем преломления) соответственно [4].

В наших экспериментах фотонный кристалл состоял из матрицы 10×10 стержней с высоким показателем преломления. Образующаяся в этом случае среда обладает высокой анизотропией эффективного показателя преломления. Геометрические размеры фотонного кристалла и эффективный показатель преломления выбирался в соответствии с результатами работ [5, 6]. Результаты вычислительного эксперимента приведены на рис. 1. Из рис. 1 очевидно, что для ТМ-моды (рис. 1, б) область максимальной интенсивности поля вдоль фо-

тонной струи находится вблизи теневой поверхности кристалла (на расстоянии порядка половины длины волны), а для ТЕ-моды (рис. 1, *a*) – непосредственно на теневой поверхности фотонного кристалла. Кроме того, протяженность фотонной струи также существенно различается для разных мод излучения. Это позволяет осуществить избирательную субволновую фокусировку и ее пространственное разделение на разных поляризациях. Кроме того, этот достаточно простой результат может быть интересным, учитывая сложности производства двулучепреломляющей фокусирующей линзы.

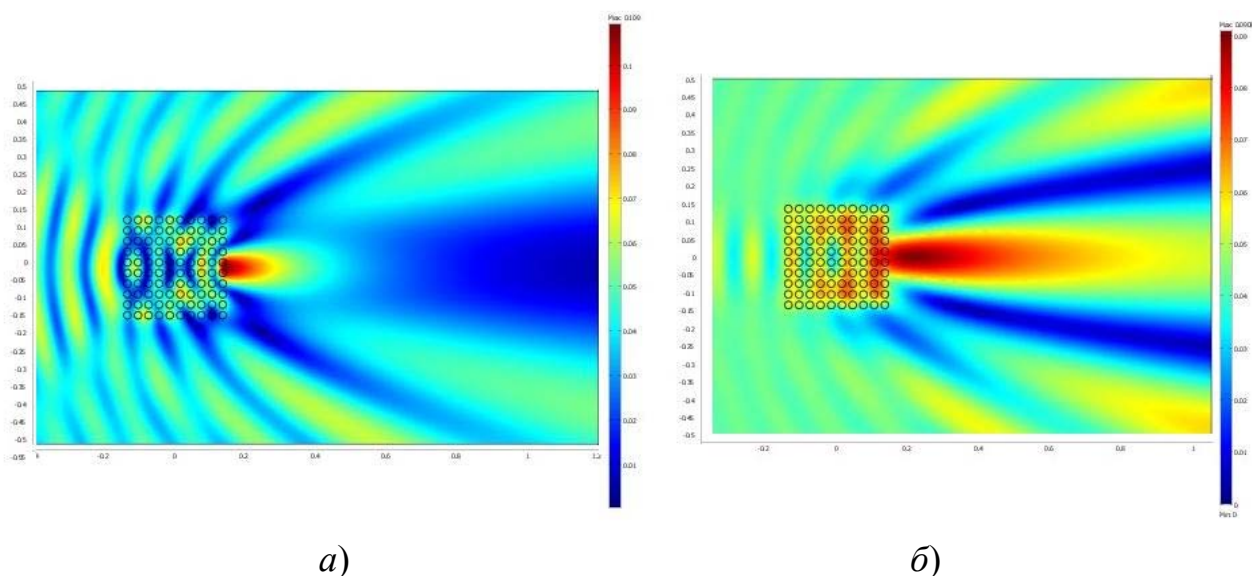


Рис. 1. Формирование фотонной струи для ТЕ- (*a*) и ТМ- (*б*) мод излучения

Таким образом, плоский кубический мезоразмерный метаматериал, характеризующийся тензорами эффективной диэлектрической и магнитной проницаемостей, обладает свойством различной рефракции либо для ТЕ-, либо для ТМ-поляризованных волн, либо для обеих поляризаций одновременно, что делает возможным селективную субволновую фокусировку и пространственную сепарацию излучения в различных поляризациях.

При этом величина двулучепреломления достигает значений, значительно превышающих двулучепреломление естественных кристаллов, например исландского шпата ($\Delta n = 0,172$). Следует сказать, что фотонно-кристаллические свойства и двулучепреломление рассмотренного оптического элемента обусловлены эффектами локальных электрических полей, которые проявляются при распространении света в такой диэлектрически неоднородной структуре [7].

Кроме того, следует отметить, что возможность формирования фотонных струй с поляризационно зависимыми фокусирующими свойствами в литературе до сих пор не рассматривалась [8, 9].

Фокусирующие элементы и системы с эффектом двулучепреломления могут найти широкое применение, например, для контроля волокон древесины

в диапазоне частот 0,1–0,6 ТГц [10] (эффект двулучепреломления вызван разницей показателей преломления волокон древесины в направлениях, параллельном и перпендикулярном вектору напряженности электрического поля), в различных датчиках, в которых для направления и фокусировки излучения применяется линза из двулучепреломляющего материала, в геодезических системах для дальней оптической локации, связи, в лидарах, светодальномерах, где линза из двулучепреломляющего материала и вращателя плоскости поляризации вносит в пучок с обращенным волновым фронтом дополнительную кривизну и согласует апертуру пучка со световыми диаметрами оптических элементов формирующего оптического телескопа [11], и т.п.

Среди фотонных устройств, использующих рассмотренное явление, на наш взгляд, перспективны следующие направления:

- низкопороговые лазеры сверхмалых размеров;
- фотонные интегральные схемы с высокой степенью интеграции на основе планарных и трехмерных фокусирующих элементов;
- миниатюрные мезоразмерные спектральные фильтры, в том числе перестраиваемые;
- устройства обработки оптических сигналов. Особо следует отметить направление создания сверхбольших объемно интегрированных комплексов фотонных и электронных устройств для обработки информации.

Примеры, приведенные выше, ясно показывают, что фотонные струи (фокусирующие устройства) на основе двулучепреломляющих метаматериалов (фотонных кристаллов) являются новыми объектами со многими необычными свойствами и, что более важно, они могут продемонстрировать гораздо более широкий спектр возможных применений, в сравнении с изотропными метаматериалами. Хотя двулучепреломленная фотонная струя еще не реализована экспериментально, мы считаем, что идеи и результаты, представленные здесь, вполне реальны, и будем инициировать значительные усилия в создании метаматериалов с существенно двулучепреломленными свойствами.

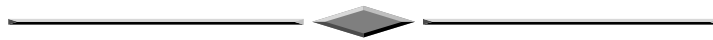
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ландсберг Г. С. Оптика. – М., 2004.
2. Фофанов Я. А. Методы и приборы для количественного анализа структурного двулучепреломления материалов и веществ // Научное приборостроение. – 1999. – Т. 9, № 3. – С. 104–110.
3. Флора С. А., Чесноков В. В. Микромеханический преобразователь с электрополевым управлением // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 5. – С. 47-49.
4. Zhang W., Liu J., Huang W.-P., Zhao W. Birefringence and formed birefringence in photonic crystal line waveguides, Proc. SPIE 7516: 751603 (2009).
5. Pacheco-Pena V., Beruete M., Minin I. V., Minin O. V. Terajets produced by 3D dielectric cuboids // Appl. Phys. Lett. V.105, PP.084102-084105 (2014).
6. Минин И. В., Минин О. В., Харитошин Н. А. Формирование фотонных терастрей от диэлектрических частиц, не обладающих осевой симметрией формы // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 102–111.

7. Minin I. V., Minin O. V. Effect of EM strong localization in photonic crystal // Сб. трудов 3-й международной школы «Фотоника нано- и микроструктур» (ФНМС 2015), Томск, ТУСУР, 7–11 сентября 2015 г. – 2015. – С. 33.
8. Photonic Nanojets / A. Heifetz, S.-C. Kong, A. V. Sahakian, A. Taflove, and V. Backman // J. Comput. Theor. Nanosci. 2009. v.6. P. 1979–1984.
9. Minin I. V., Minin O. V. and Geintz Y. E. Localized EM and photonic jets from non-spherical and non-symmetrical dielectric mesoscale objects: brief review // Annalen der Physik (AdP). 2015. v. 527, No. 7–8. P. 491–497.
10. Todoruk T. M., Hartley I. D., Reid M. W. Origin of birefringence in wood at terahertz frequencies // IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology. – 2012. – Vol. 2, No 1. – P. 123–130.
11. Патент РФ 2083039, H01S3/02 / В. Г. Бородин, С. В. Красов, С. Л. Потапов, А. В. Чарухчев, В. Н. Веснин. опубл. 27.06.1997 г.

Получено 12.08.2015

© И. В. Минин, О. В. Минин, 2015



УДК 332.1

РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОЧЕЙ СИЛЫ И СОДЕЙСТВИЕ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Анна Николаевна Шадринцева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: shadan738@gmail.com

В статье раскрыты проблемы занятости населения и показаны возможности государственно-частного партнерства в сфере повышения качества рабочей силы. Подчеркивается, что в условиях экономической нестабильности и нехватки бюджетных средств для реализации социально значимых проектов и программ появляется возможность привлечения внебюджетных источников финансирования. Поэтому исследование механизма взаимодействия бизнеса с образовательными учреждениями и государством, перспектив и тенденций его развития представляется весьма актуальным. Вместе с тем, показано эффективное влияние ГЧП на содействие занятости населения на основе кластерного подхода. Преимущество и новизна кластерного подхода в создании инновационной экономики также заключаются в том, что он отводит ведущую роль бизнесу.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, кластер, занятость населения, качество рабочей силы.

DEVELOPMENT INSTITUTE OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE FIELD OF IMPROVING THE QUALITY OF LABOR AND EMPLOYMENT ASSISTANCE

Anna N. Shadrintseva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Management and Entrepreneurship., tel. (383)361-01-24, e-mail: shadan738@gmail.com

The article describes the problem of unemployment and the possibility of public-private partnership in the field of improving the quality of a workforce. An opportunity to attract extra-budgetary sources of funding is highly relevant in terms of economic instability and a lack of budgetary funds for the implementation of social projects and programs. Consequently, the mechanism of interaction of business with educational institutions and the state institutions is very important. At the same time, it is shown effective impact of PPPs on the employment promotion based on

a cluster approach. One of the main advantages of the cluster approach in the creation of an innovative economy is a leading role for business.

Key words: public-private partnership, cluster, employment, quality of the workforce.

Курс на реиндустриализацию экономики – одно из приоритетных направлений развития Новосибирской области. Ключевым звеном реиндустриализации являются инвестиции в человеческий капитал и проведение активной кадровой политики, включающей создание и модернизацию высокопроизводительных рабочих мест. Социально-ориентированная экономическая политика способствует обеспечению занятости населения, необходимого уровня социальной защиты при одновременном сохранении экономической устойчивости.

Состояние рынка труда Новосибирской области характеризуется уровнем безработицы, который в 2014 г. составил 5,1 %, что ниже среднего уровня безработицы по России и среди сибирских регионов. В целом по России показатель уровня безработицы за 2014 г. – 5,2 %, в СФО – 7 % [22]. Уровень занятости населения в регионе в среднем за 2014 г. составил 65,1 %. В Новосибирской области по результатам обследований населения по проблемам занятости, в среднем за 2014 г. численность экономически активного населения в возрасте 15–72 лет составила 1 431 тыс. человек (68,6 % от общей численности населения области в этом возрасте).

Занятость населения и качество рабочей силы во многом зависят от вида и профиля образования, получаемого гражданами. Образование в настоящее время сохраняет такие черты, как отраслевая разрозненность, отрыв от запросов инновационного бизнеса и сферы управления социально-экономическим развитием территорий, становясь при этом все менее привлекательным с точки зрения инвестиционных интересов бизнеса.

Тенденция населения в выборе уровня и вида образования в последние годы не меняется. Более 70 % городского населения и около 50 % сельского делают свой выбор в пользу высшего профессионального образования и, как правило, гуманитарного профиля. Это порождает проблему трудоустройства после окончания обучения в вузе, а необходимость переучиваться влечет дополнительные затраты как работника, так и работодателя.

Эффективную занятость трудоспособного населения нельзя обеспечить без целенаправленных усилий государства по перераспределению, обучению и социальной поддержке и защите граждан. Однако эти усилия должны согласовываться со свободой деятельности субъектов рыночных отношений, соответствовать требованиям рынка труда [2]. Между тем работодатели, крайне недовольные государственными «усилиями» в области подготовки кадров, также не проявляют высокой активности в области обучения персонала [3]. Конечно, учебные заведения расширяют перечень профилей подготовки в соответствии со спросом, а не с потребностями рынка труда. Очевидно, что разрешить сложившиеся противоречия невозможно только силами органов государственной власти.

Новые экономические условия требуют серьезных изменений в структуре и характеристиках рабочей силы посредством создания стратегии повышения ее качества [4]. Повышение качества рабочей силы – это системная задача, в решении которой должны быть задействованы различные государственные, экономические, социально-общественные, правовые, хозяйственные структуры, и их конструктивное взаимодействие должно обеспечить необходимый уровень качества. Потребность постиндустриального производства в работниках, способных не только соответствовать предъявляемым требованиям, но и инициировать последующее развитие, должна создавать условия для формирования именно таких качеств человеческой личности [5].

Поэтому, не случайно в распоряжении Правительства РФ от 3 марта 2015 г. № 349-р «О комплексе мер по совершенствованию системы среднего профессионального образования на 2015–2020 годы» одним из трех стратегических направлений является консолидация ресурсов бизнеса, государства и сферы образования в развитии системы среднего профессионального образования. В целом, комплекс включает в себя мероприятия по созданию к 2020 г. условий для подготовки кадров по 50 наиболее востребованным и перспективным профессиям и специальностям в соответствии с лучшими зарубежными стандартами и передовыми технологиями [6].

Для решения этой проблемы экономистами предлагаются различные меры по повышению качества профессиональной подготовки рабочей силы [7, 8]. В перспективе консолидация ресурсов бизнеса, государства и сферы образования в развитии системы не только среднего профессионального образования, но и высшего профессионального образования возможна на основе взаимовыгодного сотрудничества в форме государственно-частного партнерства (далее – ГЧП). В условиях напряженных бюджетов, как регионального, так и муниципальных, государственно-частное партнерство становится инструментом, позволяющим реализовывать различные проекты с минимальным участием области и муниципалитетов.

На федеральном уровне отсутствует единое определение государственно-частного партнерства. Но с точки зрения институционального подхода ГЧП – это правовой институт, основанный на совокупности формальных и неформальных правил, направленных на организацию совместной деятельности государства, органов местного самоуправления и предпринимательских структур в целях удовлетворения интересов общества, в рамках которой на равных правах удовлетворяются социальные и экономические интересы сторон [9].

Активное использование инструментов государственно-частного партнерства приобретает все большую популярность. Отсутствие специального федерального закона в Российской Федерации несколько препятствует развитию государственно-частного партнерства, так как отсутствуют единые правила для реализации проектов ГЧП. На федеральном уровне действуют несколько актов, так или иначе затрагивающих сферу ГЧП: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для

обеспечения государственных и муниципальных нужд» [10], Федеральный закон РФ от 22.07.2005 г. № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в РФ» [11] и Федеральный закон от 21.07.2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» [12].

Новосибирская область является одним из лидеров в РФ по развитию ГЧП. На 1 марта 2015 г., по данным центра развития ГЧП и Минэкономразвития России, Новосибирская область занимает 4-е место в РФ среди субъектов РФ по уровню развития государственно-частного партнерства [13]. Новосибирская область зарекомендовала себя как один из наиболее успешных субъектов по реализации концессионных соглашений, но имеющих недостаточно высокий уровень развития нормативно-правовой базы и инвестиционной привлекательности.

Анализ законодательных актов Российской Федерации и сложившейся практики реализации проектов ГЧП показал, что в настоящее время отсутствует возможность реализации ГЧП проектов по всем возможным формам сотрудничества, используемым в мировой практике, в том числе на условиях нахождения объекта в частной собственности.

Нормы российского законодательства предусматривают использование ограниченного числа моделей преимущественно в рамках реализации концессионных соглашений. Отсутствие регламентации других моделей осуществления ГЧП проектов выступает препятствием для привлечения частного капитала и компетенций в сферу публичной инфраструктуры, что сдерживает ее развитие. Однако в Новосибирской области имеются серьезные законодательные пробелы, затрудняющие реализацию на практике. Принятый Закон Новосибирской области от 29.03.2012 № 200-ОЗ «Об участии Новосибирской области в государственно-частном партнерстве» [14], в частности, не предусматривает возможности для участия бизнеса в муниципально-частном партнерстве, а также закон не учитывает уже имеющийся опыт регулирования ГЧП других регионов. Также отсутствует нормативный правовой акт, регламентирующий порядок работы с проектами ГЧП.

Тем не менее, конкретные результаты внедрения механизмов ГЧП на основе опыта других регионов показали, что наиболее эффективная интеграция между образовательной и бизнес-системами может быть обеспечена за счет кластерно-ориентированного подхода. Современный подход в создании инновационной экономики отдает преимущество кластерам, как сообществу сконцентрированных фирм, тесно связанных отраслей, взаимно способствующих росту конкурентоспособности друг друга [15, 16].

Кластерный подход лежит в основе развития ГЧП в сфере образования. В рамках развития института ГЧП в сфере формирования высококачественного человеческого капитала для инновационной экономики России должны быть решены задачи достижения высокого стандарта качества содержания и технологий для инженерно-технологического образования (всех видов – общее, дополнительное, профессиональное и уровней – школьное, СПО, ВПО). Кластер-

ный подход позволяет объединить все виды образования во взаимодействии с институтами государства и бизнеса. Практика успешного кластерного развития имеется в Сибирском государственном университете геосистем и технологий [17]. Одним из кластеров СГУГиТ является «Профессиональные пользователи наземной инфраструктуры глобальных навигационных спутниковых систем».

Новый подход к кластерной политике в сфере образования предусматривает *территориальный подход* к механизму его реализации с учетом положений «Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года» [18]. Сегодня практика реализации кластерной политики предполагает ведомственный подход, поскольку официально предусмотрено формирование кластеров в субъектах РФ по инициативе органов исполнительной власти субъектов РФ и местного самоуправления на основании Методических рекомендаций по реализации кластерной политики в субъектах РФ [19].

В мировой практике известны два типа создания кластеров. Первый подход предусматривает, что на государственном уровне выбираются отраслевые и региональные приоритеты и те кластеры, которые планируется развивать (в странах с более сильным государственным регулированием экономики (Франция, Корея, Сингапур, Швеция, Финляндия, Словения и др.). Кроме того, органы государственной власти целенаправленно создают инфраструктуру для приоритетных кластеров, а также определяют объем финансирования. При этом финансирование соответствующей деятельности может также поддерживаться из средств федерального бюджета, в том числе – в рамках реализации мер государственной поддержки малого и среднего предпринимательства [20].

При втором подходе (используется в странах, проводящих либеральную экономическую политику (США, Великобритания, Австралия, Канада и др.), инициатива создания кластеров исходит от самих хозяйствующих субъектов, действующих в условиях рынка, а органы государственной власти крайне редко участвуют в создании инфраструктуры и финансировании создания кластеров, однако создают систему стимулов для заинтересованности региональных властей, на которых возлагается ответственность за эффективность функционирования создаваемого кластера.

Развитие государственно-частного партнерства в образовании связано с осуществлением системного взаимодействия с научными кафедрами вузов, консультационными и ресурсными центрами учреждений профессионального образования (среднего и высшего) в целях обучения детей и молодежи в территориях их проживания в области критических технологий и приоритетных направлений развития науки, техники и технологий Российской Федерации.

Проведение кластерной политики в сфере профессионального образования помогает снять напряженность в решении таких вопросов, как:

- несогласованность потребностей рынка труда и рынка образовательных услуг;
- нехватка квалифицированных рабочих кадров, особенно в высокотехнологичных отраслях;

- значительные по времени сроки подготовки специалистов рабочих профессий;
- низкий престиж рабочих профессий;
- отсутствие взаимодействия между бизнес-сообществом и системой образования;
- низкий уровень материально-технического обеспечения вузов и сузов;
- неадекватное реальным потребностям финансирование системы образования [21].

При этом в состав кластера могут входить не только вузы, но и учреждения начального, среднего профессионального образования, расположенные в разных частях региона [22–24].

Таким образом, разработка проектов ГЧП на основе трехстороннего сотрудничества: государство – образование – бизнес с учетом кластерно-ориентированного подхода позволит оказать позитивное стимулирующее воздействие на повышение качества рабочей силы и содействие занятости населения в виде конкретных результатов:

- удовлетворение потребностей работодателей в квалифицированных кадрах разного уровня подготовки;
- расширение перечня направлений и специальностей подготовки квалифицированных кадров;
- создание отраслевого профильного кадрового резерва;
- рост производительности труда и уровня занятости населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Занятость и безработица в Новосибирской области // Пресс-выпуск Новосибирскстата. – № 19. – 06.02.2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://novosibstat.gks.ru>.
2. Богдашкина И. В., Куспанова А. Е. Эффективность государственных программ в решении проблем занятости населения // Актуальные проблемы современности: наука и общество. – 2014. – № 4 (5). – С. 8–14.
3. Дмитриев Ю. А. Повышение качества рабочей силы – необходимое условие роста экономики // Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Экономические науки. – 2015. – № 1 (3). – С. 111.
4. Меньшикова М. А., Аббас А. Б. Анализ стратегий повышения качества рабочей силы // Auditorium. – 2014. – № 2 (2). – С. 89.
5. Симонова М. В. Повышение качества рабочей силы – основа кадрового развития // Развитие института резерва управленческих кадров в субъектах Российской Федерации как вызов времени и эффективный инструмент совершенствования государственной кадровой политики: сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции (9 октября 2014 г., г. Самара). – Самара, 2014. – С. 224.
6. Об утверждении комплекса мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования, на 2015–2020 годы: распоряжение Правительства РФ от 03.03.2015 N 349-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2015. – № 11. ст. 1629.
7. Козлова Л. А., Колесникова О. А. Формирование качеств новой рабочей силы как фактор экономического роста и снижения молодежной безработицы // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2014. – № 2. – С. 28–31.

8. Капелюшников Р. Спрос и предложение высококачественной рабочей силы в России: кто бежал быстрее // Вопросы экономики. – 2012. – № 3. – С. 120–147.
9. Раздьяконова Е. В., Шадринцева А. Н. Публично-частное партнерство в социальной сфере: экономико-правовой аспект // Бизнес и право в России и за рубежом: приложение к журналу «Предпринимательское право». – 2013. – № 4. – С. 22.
10. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 06.04.2015) // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2013. – № 14. – Ст. 1652.
11. Об особых экономических зонах в Российской Федерации: федеральный закон от 22.07.2005 № 116-ФЗ (ред. от 31.12.2014) // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2005. – № 30 (ч. II). – Ст. 3127.
12. О концессионных соглашениях: федеральный закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ (ред. от 29.12.2014) // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2005. – № 30 (ч. II). – Ст. 3126.
13. Рейтинг регионов России по уровню развития государственно-частного партнерства 2014/2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depinvest/2015031951>.
14. Об участии Новосибирской области в государственно-частном партнерстве: закон Новосибирской области от 22.03.2012 № 200-ЗС // Советская Сибирь. – 06.04.2012. – № 61.
15. Вишнякова М. В. Современные подходы к формированию инновационного кластера // Актуальные проблемы интеграции экономических интересов России и Украины. Международная заочная научно-практическая конференция: сборник научных трудов. – Тольятти, 2014. – С. 87–94.
16. Раздьяконова Е. В. Инновационные компоненты экономической основы конституционного строя // Инновационное развитие юридической науки как фактор укрепления российской государственности: материалы III Межрегиональной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию Конституции Российской Федерации, г. Новосибирск, 1-2 ноября 2013 г. / науч. ред. Н. В. Омелехина, Е. А. Дорожинская. – Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2014. – С. 425.
17. Середович С. В., Рязанцева И. В. Модель образовательного кластера как элемент инновационного развития вуза // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 123–129.
18. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2015. – № 6, ст. 1014.
19. Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации: утв. Минэкономразвития РФ 26.12.2008 № 20615-ак/д19 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
20. Зевайкина А. Н. Правовое регулирование формирования нефтехимического кластера в Самарской области // Вестник СамГУ. – 2012. – № 7 (98). – С. 121.
21. Государственно-частное партнерство в образовании: сущность, тенденции, социальная ответственность / В. А. Малыгин, А. В. Скоробогатов, Т. В. Крамин и др.; под ред. В. Г. Тимирясова. – Казань: Познание, 2013. – С. 115.
22. Гафурова Г. Т. Государственно-частное партнерство: теория и практика: учеб. пособие; Институт экономики, управления и права (г. Казань); науч. ред. Т. В. Крамин. – Казань: Познание, 2013. – С. 108–109.
23. Агитаев Е. Развитие государственно-частного партнерства // Социальная политика и социальное партнерство. – 2011. – № 3. – С. 43.
24. Мороз О. Н., Шадринцева А. Н. Государственно-частное партнерство в сфере регионального туризма // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 124–132.

Получено 14.07.2015

© А. Н. Шадринцева, 2015

УДК 330.112.2

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

Ольга Валерьевна Титова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления бизнес-процессами, тел. (383)210-95-87, e-mail: ovt08@mail.ru

В настоящее время внедрение инноваций на предприятиях является одним из основных способов повышения конкурентоспособности производимых товаров, поддержания высоких темпов развития и уровня доходности. В статье подчеркивается значимость и отличительные особенности оценки экономической эффективности инновационного проекта в сравнении с инвестиционным проектом. В связи с этим понимание и умение оценить экономическую эффективность инновационного проекта приобретает особую актуальность. В данной работе на основе комплексной методики оценки инновационной эффективности приводятся расчеты экономической целесообразности проекта по внедрению инновационной техники. В качестве объекта исследований используется ООО «Печать».

Ключевые слова: инновации, инновационный проект, инвестиционный проект, инновационная техника, конкурентоспособность, конкурентные преимущества, оценочные показатели, оценка экономической эффективности, финансовая эффективность, производственная эффективность.

COMPLEX ESTIMATION OF EFFICIENCY INNOVATION PROJECT

Olga V. Titova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Business-process, tel. (383)210-95-87, e-mail: ovt08@mail.ru

At present, innovation in enterprises is one of the principal means by which the competitiveness of manufactured products, maintain high levels of growth and profitability. The article highlights the importance and characteristics of evaluation of economic efficiency of innovation project in comparison with the investment project. In connection with this understanding and ability to evaluate the cost-effectiveness of the innovative project is of particular relevance. In this work on the basis of a comprehensive methodology for assessing innovation efficiency gives calculations of economic feasibility of the project on introduction of innovative technology. As the object of research is used print, LLC.

Key words: innovation, innovation project, investment project, innovative technology, competitiveness, competitive advantage, performance indicators, evaluation of economic efficiency, cost-effectiveness, production efficiency.

В настоящее время, в условиях кризиса в России развитие рынка и рыночных отношений имеет нестабильный характер. Сокращение объемов производства, рост числа неплатежеспособных предприятий и организаций изменили механизм управления научно-техническим прогрессом. Именно потому про-

блема внедрения новой техники и технологии на предприятии актуальна и чрезвычайно значима в наши дни. Внедрение инноваций все чаще рассматривается как один из основных способов повышения конкурентоспособности производимых товаров, поддержания высоких темпов развития и уровня доходности. В условиях кризиса, преодолевая экономические трудности, многие предприятия вынуждены собственными силами вести разработки в области технологических и продуктовых инноваций. При этом следует отметить, что правильно организованная инновационная политика предприятия представляет собой совокупность экономических, управленческих и технологических методов, которые обеспечивают разработку, создание и внедрение инноваций, обеспечивающих в итоге существенные преимущества перед конкурентами [1–3].

При оценке эффективности инновационных проектов часто применяют методики, предназначенные для оценки инвестиционных проектов [4, 5]. Однако они не в полной мере подходят для оценки эффективности инноваций. Это обусловлено тем, что в создании и использовании инноваций, как правило, задействован более широкий круг участников по сравнению с инвестиционным проектом. В осуществлении инвестиционного проекта заинтересованы в основном лишь само предприятие, занимающееся реализацией проекта, и финансирующие его инвесторы. В инновационном процессе, особенно при реализации крупного инновационного проекта, могут быть задействованы инвесторы, научно-исследовательские, опытно-конструкторские, проектные организации, заводы-изготовители новой продукции и ее потребители. Авторы [6] впервые в отечественной литературе предлагают методику оценки инновационной эффективности с учетом особенностей, обусловленных воздействием указанных факторов.

Указанная методика включает расчет системы оценочных показателей эффективности инноваций для различных участников. При оценке комплексной эффективности инноваций используют следующие показатели:

- народнохозяйственной эффективности, учитывающие конечные результаты реализации инноваций в целом по народному хозяйству, то есть интегральный эффект инноваций у разработчиков, производителей, потребителей и бюджета;
- производственной (или оперативной), финансовой и инвестиционной эффективности, учитывающие конечные результаты реализации инноваций у каждого из участников инновационного процесса;
- бюджетной эффективности, учитывающие финансовые последствия осуществления инноваций для федерального, регионального и местного бюджетов.

Методика предусматривает сначала проведение сравнительного анализа интегральных оценочных показателей народнохозяйственной эффективности нововведения, что позволит определить, как возрастут конечные результаты по группе предприятий, участвующих в реализации нововведения. Затем проводится сравнительный анализ показателей инвестиционной эффективности нововведения по конкретному предприятию, участвующему в его реализации. Это позволит определить целесообразность финансирования расходов предприятия на реализацию нововведения.

На третьем этапе проводится сравнительный анализ производственной и финансовой эффективности реализации нововведения на конкретном предприятии. На основании такого анализа делается вывод о возросших возможностях конкретного предприятия использовать прирост конечных результатов от реализации нововведения на рост благосостояния работников предприятия, на реализацию новых инвестиционных или инновационных проектов, а также о повышении конкурентоспособности предприятия.

На четвертом, заключительном, этапе проводится сравнительный анализ бюджетной эффективности нововведения.

Для обеспечения подготовки конкурентоспособного выпускника в условиях современных требований рынка необходимо сократить «разрыв» между требованиями и ожиданиями предприятий-работодателей и компетенциями выпускников [7, 8]. Для бакалавров направления «Инноватика» – это, прежде всего, – умение, оценить и экономически просчитать эффективность внедрения инноваций для предприятия [9–11].

С этой целью студентам рекомендуется в процессе обучения и особенно при выполнении дипломных работ использование действующих в настоящее время методик оценки инновационной и инвестиционной эффективности проекта на базе конкретных предприятий. Примеры подобных расчетов представлены в работе [12].

В данной работе в качестве объекта исследований в представлено предприятие ООО «Печать», расположенное по адресу: г. Новосибирск, ул. Королева, 40, корпус 10. Рекламно-производственное предприятие «Печать» официально зарегистрировано в 2002 г. и является молодой и быстро развивающейся компанией.

Основная цель деятельности предприятия – нанесение изображений на полиграфическую и сувенирную продукцию из бумаги, тонированного картона, пластика, полиэтилена, самоклеящейся ПВХ пленки, стекла, искусственной и натуральной кожи и других материалов. Также одним из самых важных направлений является изготовление детской продукции, с использованием экологически чистых материалов, и печать на принтерах, позволяющих изготавливать продукцию для детских учреждений.

Миссия предприятия – изготавливать полиграфическую продукцию широкого ассортимента, помогая своим клиентам продвигать товары и услуги на рынках сбыта, развивать бизнес и улучшать благосостояние партнеров и общества в целом.

На предприятии осуществляются следующие виды деятельности:

- различные виды печати и нанесение изображений на изделия: струйная печать, шелкография, широкоформатная печать, тампопечать, объемные этикетки, оформление компакт-дисков;

- постпечатная обработка: ламинирование, брошюровка, фальцовка, биговка, конгрев, тиснение, вырубка, термоподъем;

- обработка материалов лазерной, фрезерной и плоттерной резкой;

– продажа печатного оборудования: широкоформатных УФ-принтеров и оборудования для специальных видов печати.

Основными клиентами рекламно-производственной компании являются: Квик-Декор, Ролатекс, Новосибирскстройэкслюзив, Европейский берег, авиакомпания S7, Толмачево, завод пластиковых окон ВЕКА, Сбербанк России, Банк Левобережный, АвтоМир, Детский мир, МТС, Норинга, Желдорэкспедиция, EXTREME FITNESS, Евросеть, Кофе-Хауз и многие другие.

Сопоставляя уровень конкурентоспособности ООО «Печать» с основными конкурентами на рынке (САН – Студия Новосибирск, ДМР Печать, Ситилит – В) по таким параметрам, как удобное место расположения офиса, объем деятельности, реклама, доступность в сети интернет и другие факторы внешней среды, видно, что по десятибалльной шкале лидирующая позиция принадлежит ООО «Печать» и оценивается в 9,4 балла.

Анализ факторов внутренней среды по таким параметрам, как:

- маркетинг, в том числе – доля на рынке, известность предприятия, эффективность продаж;
- производство, в том числе – современность уровня оборудования, затраты на оборудование, технический уровень производства;
- организация, в том числе – квалификация управленческого персонала, уровень профессионализма сотрудников, инициативность руководства)
- показал также высокие результаты.

Оценка уровня совокупного влияния факторов внешней среды также удовлетворяет рыночным требованиям.

Результаты SWOT-анализа представлены на рисунке.

		Возможности	Угрозы
		- большая доступность ресурсов; - ослабление нестабильности бизнеса; - развитие науки и техники; - увеличение рынка труда	- ожесточение конкуренции; - экономическая нестабильность в стране
Сильные стороны	- стабильность; - возможность развития; - опытный персонал; - оптимальное соотношение цены и качества	- увеличение производственных мощностей; - увеличение прибыли	- стимул развиваться и обходить конкурентов; - выход на международные рынки
Слабые стороны	- дороговизна оборудования; - нехватка профессиональных кадров	- набор квалифицированных кадров; - приобретение нового оборудования	- поиск соискателями нового места работы

Рис. SWOT-анализ ООО «Печать»

Анализ основных экономических показателей ООО «Печать» в 2013–2014 гг. показал, что выручка от реализации услуг в 2014 г. составила 24 290 тыс. руб. и выросла на 25,58 %. Это связано, прежде всего, с увеличением клиентской базы. В 2014 г. себестоимость реализованной продукции составила 21 870 тыс. руб. и выросла на 4 103 тыс. руб. или на 23,09 %. Это обусловлено, прежде всего, увеличением объема продаж. При этом прибыль от реализации товаров в 2014 г. увеличилась на 845 тыс. руб. или на 53,65 % и составила 2 420 тыс. руб., что обусловлено повышением покупательской способности, расширением клиентской базы, ростом объема реализации. Наблюдается также рост среднесписочной численности персонала предприятия, которая в 2014 г. увеличилась на 5 человек и составила 28 человек. Фонд заработной платы при этом повысился на 1 752 тыс. руб. или на 35,27 % и составил 6 720 тыс. руб., что связано с инфляционными процессами.

В 2014 г. фондоотдача выросла на 5,07 руб./руб. или на 45,6 % и составила 16,19 руб./руб., что связано с ростом выручки и снижением среднегодовой стоимости основных средств. Производительность труда составила 867,5 тыс. руб./чел., что превышает аналогичный показатель предыдущего года на 3,2 %. В то же время, наблюдается некоторое снижение фондовооруженности труда, это обусловлено снижением стоимости основных средств при одновременном росте численности персонала.

Рентабельность предприятия в 2014 г. составила 30,10 %, что выше показателя прошлого года на 4,28 п.п., а рентабельность продаж выше на 1,82 п.п. по сравнению с аналогичным показателем прошлого года. Таким образом, в итоге практически все показатели в динамике растут, что указывает на устойчивое развитие предприятия.

Представляет интерес сопоставить указанные экономические показатели с технической оснащенностью предприятия в указанный период. Производственная мощность в 2014 г. выросла по сравнению с 2013 г. примерно на 30 %. При этом, несмотря на рост мощности за счет реконструкции цехов и модернизации оборудования, уровень использования мощности падает. Резерв производственной мощности фактически в 2014 г. составляет 21,5 %, в то время как с целью нормального функционирования предприятия, устранения кратковременных сбоях в работе, планом предусматривался резерв мощности лишь 10 %. Следовательно, созданный производственный потенциал используется недостаточно полно. Причины – сверхплановые затраты времени на ремонт оборудования, сверхплановые целодневные и внутрисменные простои оборудования из-за отсутствия сырья, электроэнергии, недостаточно высокого уровня организации производства.

Для того, чтобы повысить конкурентные преимущества и увеличить прибыль предприятия, было предложено внедрить в производство инновационный латексный принтер HP Latex 850, который является единственным в г. Новосибирске! Важной особенностью указанного принтера является то, что он не только обеспечивает возможность высококачественной латексной печати, вы-

полняемой с производственной скоростью и отличающийся гибкостью производственного процесса, но и разнообразием используемых носителей, что позволяет справляться с любыми задачами. Технология латексной печати основана на использовании чернил, которые представляют собой растворимый в воде искусственный гипоаллергенный латекс. На сегодняшний день это самый экологичный вид печати. Полное отсутствие запаха у готовой продукции позволяет рекомендовать ее для декорирования интерьеров, в том числе детских.

Решения HP для латексной печати открывают новые возможности: с их помощью легко расширить ассортимент предлагаемых услуг печати и повысить свои шансы на успех. Так, с помощью принтера HP Latex 850 можно выполнять следующие виды продукции:

- обои и холсты (основным достоинством является то, что латексные чернила HP сохнут моментально, поэтому востребованные рынком латексные обои можно наклевать фактически сразу после печати);

- плакаты для торговых точек (обеспечивают снижение затрат без ухудшения качества, превосходные результаты на всех типах бумаги, включая низкую по стоимости бумагу без покрытия и традиционную офсетную бумагу);

- световые витрины (обеспечивают качественные вывески с задней подсветкой, отпечатки с высоким разрешением вплоть до 1 200 точек на дюйм, живые, насыщенные цвета, целый ряд печатных материалов с задней подсветкой: бумага, пленка, полипропилен и ткани);

- наружные вывески и плакаты для мероприятий;

- покрытия и графика для транспортных средств;

- настенные покрытия и холсты;

- печать на тканях.

Для оценки экономической эффективности внедряемой новой техники были проведены расчеты по методике комплексной оценки инновационной эффективности [6, 8]. Данная методика, как уже было говорилось выше, предусматривает комплексную оценку экономической эффективности инновационного проекта по дисконтированным потокам по пяти направлениям:

- инвестиционная эффективность;

- народнохозяйственная эффективность;

- производственная эффективность;

- финансовая эффективность;

- бюджетная эффективность.

Для простоты расчетов (методика это позволяет) обоснование экономической целесообразности внедрения проекта включает расчеты только одного предприятия, а именно реализующего проект по внедрению новой техники, без учета экономической эффективности разработчика новой техники и потребителя будущей продукции.

Капитальные затраты на внедрение инновационной техники по проекту составили 11 602 тыс. руб. Возврат инвестиций планируется в течение трех лет действия проекта.

Расчеты народнохозяйственной эффективности показали, что интегральный объем добавленной стоимости за трехлетний (расчетный период) увеличится на 39 270 тыс. руб., а интегральный объем добавленной стоимости (чистой продукции) – на 29 520 тыс. руб.

Анализ интегральных оценочных показателей инвестиционной эффективности нововведения подтвердил целесообразность внедрения: так, экономический эффект за расчетный период, в сравнении с аналогом, исчисленный на основе чистой продукции, включая амортизацию, составил 52 029,9 тыс. руб. Анализ производственной эффективности показал прирост потенциальной прибыли до 9 780 тыс. руб. Финансовая эффективность представлена ростом доли чистого дохода в общей массе дохода, которая вырастет на 14 %. Рост рентабельности продукции по чистой прибыли – 10,5 %.

Таким образом, использование указанной комплексной методики оценки экономической эффективности инновационного проекта полностью подтвердило значимость данного проекта для предприятия. Основные показатели:

- рост чистого дохода от реализации инновации по прогнозам увеличится, как минимум, в 2,33 раза;
- прогнозная рентабельность капитальных вложений – 26,9 %;
- общая (интегральная) сумма дохода – 19 524 тыс. руб.;
- относительная экономия от снижения себестоимости составляет 20 190 тыс. руб.;
- дисконтированный срок окупаемости не превышает трех лет;
- прогнозная рентабельность продукции по чистому доходу составляет 29 %.

Сравнительный анализ оценочных показателей производственной, финансовой и бюджетной эффективности показал, что реализация нововведения позволит значительно улучшить экономическое благополучие предприятия и повысить уровень его конкурентоспособности. Внедрение проекта инновационной техники целесообразно для предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегический менеджмент инновационной организации. – 2-е изд., испр. и доп.: учеб. пособие / В. В. Глухов, А. М. Зобов, Е. А. Какаева, Б. Н. Киселев. – М.: ГУУ, 2009. – 387 с.
2. Грачева М. В., Ляпина С. Ю. Управление рисками в инновационной деятельности. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 351 с.
3. Туккель И. Л., Сурина А. В., Культин Н. Б. Управление инновационными проектами: учебник / Под ред. Туккеля И. Л. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 416 с.
4. Ендовицкий Д. А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 350 с.
5. Кузнецов Б. Т. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учеб. пособие для студентов, обучающихся по экономическим специальностям. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 295 с.
6. Крылов Э. И., Журавков И. В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 384 с.

7. Мусихин И. А., Жарников В. Б. Современное высшее образование, его проблемы и тенденции развития // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 161–168.
8. Титова О. В. Взаимодействие бизнеса и образования в процессе формирования востребованного и конкурентоспособного выпускника в условиях инновационной экономики // Актуальные вопросы образования. Информационно-образовательная среда как фактор устойчивого развития современного инновационного общества: сборник материалов Международной научно-методической конференции, 3 февраля – 7 февраля 2014 г., Новосибирск, в 4 ч. Ч. 2. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 46–50.
9. Титова О. В. Инновационный анализ в современных условиях: Монография. – Барнаул.: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2002. – 88 с.
10. Алексеева З. Е., Тишкова Л. В. Инновационные аспекты и проблемы нормирования геодезических работ // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 126–136.
11. Никитенко В. Г., Ларионов Ю. С. О роли инноваций в современном производстве // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 72–79.
12. Титова О.В. Повышение эффективности деятельности ЗАО «Сибирский антрацит» путем внедрения инновационных процессов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 4 т. Т. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 126–132.

Получено 25.08.2015

© О. В. Титова, 2015

УДК 339.9

КЛИМАТ И ЭКОНОМИКА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Лариса Викторовна Воронина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат географических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, старший научный сотрудник, тел. (383)361-01-24, e-mail: voroninasgga@mail.ru

Антон Андреевич Сергеев

Федеральное бюджетное учреждение «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Романова, 28, главный бухгалтер, тел. (383)362-03-04, e-mail: sergeev_a1985@mail.ru

Проводится анализ современных флуктуаций климата и его воздействия на экономические процессы на фоне глобализации мирового хозяйства. Дается графический и цифровой материал по оценке современных климатических колебаний и их влияния на экономику.

Ключевые слова: климат, экономика, потепление, температура воздуха, мировое хозяйство.

CLIMAT AND ECONOMICS IN THE MODERN STAGE OF WORLDWIDE ECONOMY DEVELOPMENT

Larisa V. Voronina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Senior Researcher, Assoc. Prof., Department of Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: voroninasgga@mail.ru

Anton A. Sergeev

Federal State Institution «Center of laboratory analysis and technical measurements of the Siberian Federal District», 630099, Russia, Novosibirsk, 28 Romanova St., Chief Accountant, tel. (383)362-03-04, e-mail: sergeev_a1985@mail.ru

The analysis of modern climate fluctuations and its impact on economic processes in the background of globalization of the world economy. Given graphical and numerical data to assess the current climate fluctuations and their impact on the economy.

Key words: climate, economy, warming, air temperature, global economy.

Климат и экономика в совокупности все более вызывают интерес не только как взаимодействующие понятия, но и как факторы, влияющие на развитие мирового хозяйства и социально-экономическое состояние человечества. Начиная с середины XX в. проблемы климата становятся все более популярными, привлекают к себе неослабевающее внимание, являются объектом пристального исследования ученых, периодического обсуждения на международных конференциях. Причины тому – стабильное потепление, возросшая природно-

климатическая катастрофичность, рост повторяемости опасных погодных явлений (ОЯ). Отрицательная суть этих явлений может быть разносторонней, но одни из основных последствий – экономические.

Обостряясь, они временами приобретают шоковый характер, что связано с широкой глобализацией экономики, с борьбой за выживаемость слаборазвитых стран, поступательным движением вперед – развивающихся, и обострившейся борьбой за мировое господство – высокоразвитых держав мира. На фоне столь сложного социально-экономического состояния всех стран мира подобные климатические явления представляются сугубо опасными, вносящими дополнительные проблемы в систему и без того обострившихся глобальных противоречий.

В соответствии с этим, выдвинутая нами задача анализа динамики температурного режима за полувековой период, выявления цикличности в изменении суммарной радиации, температуры воздуха и других компонентов климата и погоды, их влияния на экономику приобретает значимость регионального и планетарного характера [1].

При участии исследовательской группы студентов мы провели изучение изменчивости суммарной солнечной радиации за длинный ряд лет [2] по данным метеостанции Огурцово (рис. 1).

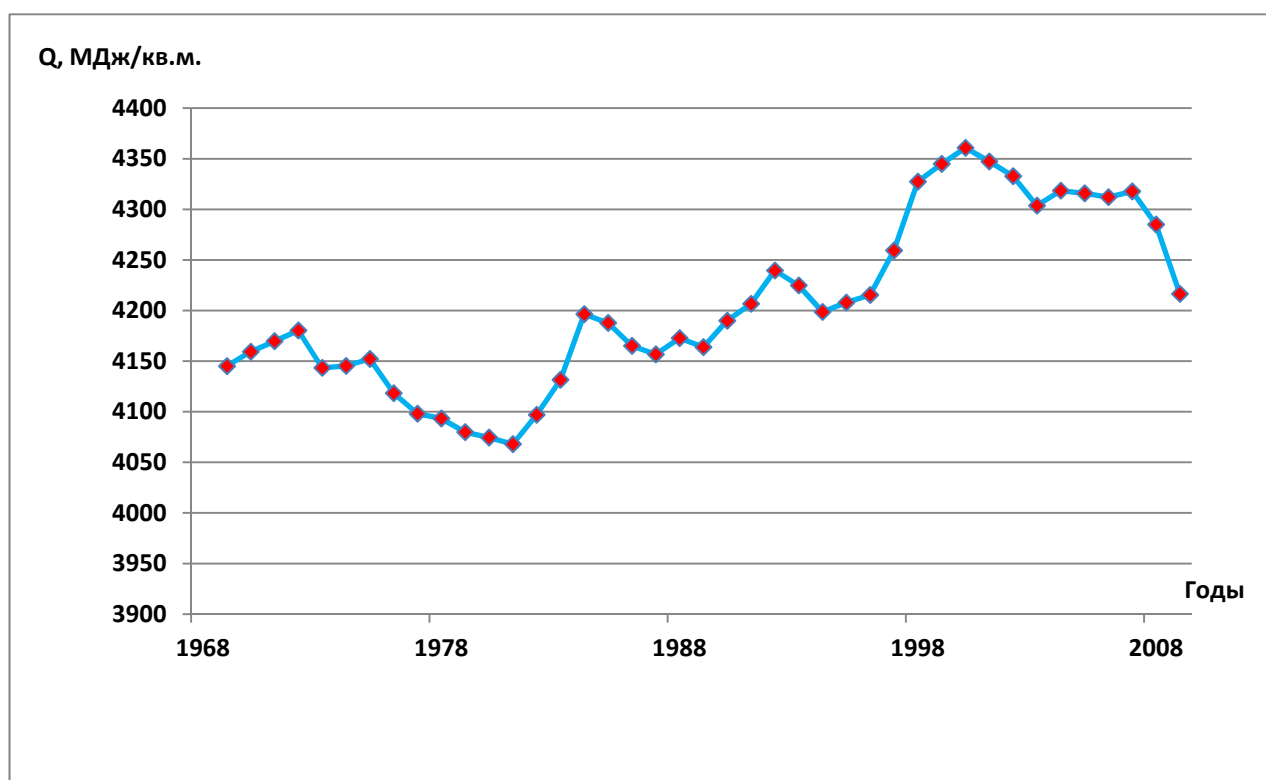


Рис. 1. Скользящие 11-летние значения суммарной радиации в сумме за год

Суммарная радиация рассмотрена за 5-летние периоды принятой в метеорологии методики скользящих средних. Подобный подход позволяет нагляднее проследить динамику процессов за длинный ряд лет. В данном случае выбран период с середины предыдущего столетия до первого десятилетия текущего века (с 1968 по 2008 г.). Полученная кривая наглядно демонстрирует общий рост многолетнего тренда вверх, что говорит об увеличении суммарной радиации, поступающей от Солнца. В итоге установлено, что величина линейного тренда 11-летних скользящих средних за полувековой период выросла на 250 МДж/м^2 .

Цикличность климата, тем не менее, проявляется достаточно явно. Это циклы разного ранга: 11, 15, 22 лет, а также высокочастотная изменчивость в 5 и 8-летних периодах.

Динамика изменчивости среднегодовой температуры воздуха за длинный ряд лет по нескольким метеостанциям Новосибирской области также подчеркивает стабильное повышение теплового режима (рис. 2).

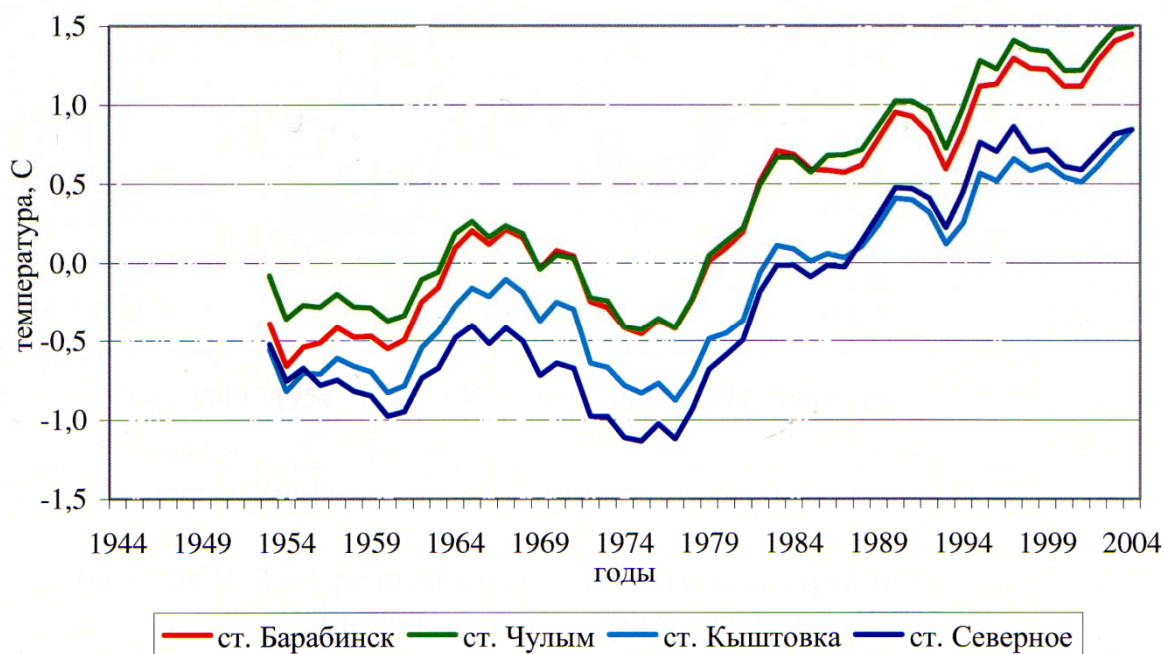


Рис. 2. Динамика среднегодовой температуры воздуха в подтайге и северной лесостепи

Представленная на рисунке динамика температуры воздуха за многолетний период по нескольким метеостанциям Новосибирской области демонстрирует общий рост температурного тренда, хотя на этом фоне отмечаются и циклические колебания.

Комплексный анализ статистического материала по зонам Новосибирской области, проведенный нами за вековой, полувековой и краткосрочные периоды всего периода метеонаблюдений, представлен в таблице.

Таблица

Колебания температуры воздуха в различные периоды лет по территории Новосибирской области

Зона	Среднемноголетние температуры воздуха за разные периоды лет								
	С 1881 по 1960			С 1961 по 1985			С 1986 по 2009		
	год	январь	июль	год	январь	июль	год	январь	июль
Подтайга	-1,0	-20,8	17,4	-0,4	-19,3	18,2	0,5	-17,3	18,8
Северная лесостепь	-0,6	-20,2	18,3	0,5	-18,9	19,3	1,0	-16,9	19,4
Южная лесостепь	-0,4	-20,1	18,6	0,6	-18,8	19,7	1,2	-17,1	19,5
Степь	-0,2	-19,9	19,0	1,0	-18,7	20,0	1,7	-16,4	20,2

Предложенный для анализа период достаточно большой, и потому использованы данные нескольких источников: Справочник по климату СССР [3] – с 1881 по 1960 г., научно-прикладной справочник по климату СССР [4] – с 1961 по 1985 г. и непосредственные вычисления авторов – с 1881 по 2009 г.

Анализ таблицы позволяет утверждать, что значения температуры воздуха и в среднегодовом выражении, и в среднем за самый холодный и самый теплый месяцы года (январь и июль) демонстрируют рост теплового напряжения. Например, в среднем за год в период с 1881 по 1960 г. по всем зонам Новосибирской области (НСО) температуры отрицательны, причем чем севернее, тем эти значения ниже. Среднеянварские температуры воздуха за тот же период отрицательны, и в сравнении с двумя другими периодами – самые низкие, а среднеиюльские – колеблются по региону в пределах от 17,4 и до 19,0 °С.

Во второй же половине XX в. картина меняется в сторону потепления. Например, в среднем за год отрицательные температуры наблюдались только в подтаежной зоне, а в среднем за январь или июль они повысились на 1-2 °С. И наиболее показательным является последний период – конца XX – начала XXI в. В данном случае среднегодовые температуры воздуха уже все положительны, а январские и июльские температуры повысились. Причем, январские температуры возросли на 3-4 °С, а июльские – только на 0,1-0,8 °С, что вполне согласуется с принятым мнением о том, что потепление идет преимущественно за счет зимних месяцев.

Итак, начиная с середины XX в., на планете происходит потепление, средняя температура воздуха возросла на 0,74 °С, причем каждое из последних трех десятилетий было теплее предыдущего, и температура воздуха была выше, чем в любое предшествующее десятилетие, начиная с 1850 года [1].

Большое значение играют и годовые отклонения температур воздуха. Они показывают, насколько год был аномально холодным, аномально жарким, либо температура воздуха была близка к среднемноголетним значениям. Л. В. Ворониной [5] выделены годы с очень резким перепадом среднегодовых температур

(1995-1996, 1983-1984), годы с меньшими их колебаниями (1990-1991, 1993-1994, 1997-1998, 1999-2000) и годы, когда колебания среднегодовых температур были незначительны (1988-1989-1990, 1985-1986-1987).

Также на территории Новосибирской области широко распространены опасные погодные явления: град, гроза, гололед, гололедица, изморозь, заморозки, метель. Они охватывают всю территорию области, наблюдаются, за небольшим исключением, в течение каждого года и проявляются во всех природно-климатических зонах. Однако, строгая зональная изменчивость большинства ОЯ не наблюдается, она нарушается провинциальным распределением и зачастую носит характер мозаичности. Достаточно сказать, что число дней с тем или иным из ОЯ, подсчитанные нами в сумме за все годы 10-летнего периода по данным метеостанций НСО, составляют значительные величины. Так, число дней с метелью по метеостанциям НСО за период с 2002 по 2011 г. составило 2 496, с изморозью – 8 151, с гололедом – 563, с гололедицей – 5 281, с грозой – 8 740, с заморозками – 65. Показательным является число дней с заморозками. Оно – минимально в сравнении с прочими ОЯ. Именно это и характеризует степень потепления. Ибо в эти годы заморозки были минимальны, а были годы, когда их не было зафиксировано вообще.

Полученные результаты могут послужить основой для районирования территории области по степени безопасности природопользования [6, 7]. Выделение территорий с большей или меньшей степенью опасности природных процессов необходимо для планирования новых видов природопользования и для реализации плана мер, направленных на снижение социального и экономического ущерба.

Неустойчивость погодных явлений наглядно подтверждается на примере последних лет 2014-2015 гг. Приведем несколько ярких примеров:

– рекордно теплая весна 2014 г. в нашей стране представляет исторический максимум. Она была на 3,12 °С теплее многолетних значений, осредненных по всей территории России [8];

– 9 марта 2015 г. воздух в Москве прогрелся до +9,1 °С, что составило новый рекорд максимальной температуры. «Прежде самым теплым днем в Москве было 9 марта 2014 г., тогда термометры показали +8,9 °С», – сообщают метеорологи. При этом 11 марта 2015 г. температура воздуха в Москве поднялась до +13 °С. Таким образом, был побит температурный рекорд 1997 г., когда воздух в российской столице прогревался до +10,7 °С [9, 10];

– зима 2014-2015 гг. в Алтайском крае была теплой с достаточным количеством осадков, средняя температура воздуха (-11, -14 °С) была выше нормы на 1-2 °С [11];

– в юго-восточных районах Западной Сибири в третьей декаде февраля 2015 г. отмечалась аномально теплая с обильными осадками погода с температурами на 6–12 °С выше климатической нормы. В указанный период минимальная за сутки температура воздуха повышалась до -4–10 °С, а максимальная температура – до +3... -4 °С, на Алтае – до +6 °С [12];

– за последнюю неделю февраля 2015 г. в Новосибирске выпала месячная норма осадков [13].

Интенсивно возрастающая повышенная изменчивость температур воздуха, катастрофичность климатических и погодных явлений не могут не сказаться на состоянии экономики, отрицательно влияют на здоровье человека, в отдельных случаях приводят к летальным исходам. Изучение повторяемости аномальных явлений, генезиса и возможного прогноза в будущем – важнейшая задача современности и новые возможности для ряда секторов экономики. Так, Т. С. Богомоловой и Т. В. Ромашовой по проведенному ими комплексному обзору ряда источников представлен динамичный рейтинг стихийных бедствий XXI в., приведших к значительному экономическому ущербу [14]. Согласно данному рейтингу, землетрясение в марте 2011 г. в Японии нанесло экономический ущерб в 243,9 млрд. долларов США, Сычуанское землетрясение 2008 г. в Китае – 191,9 млрд. долларов США, ураган «Катрина» 2005 г. в США – 142 млрд. долларов США и т. д. В сумме 13 самых дорогих стихийных бедствий текущего столетия привели к экономическому ущербу в 848,3 млрд. долларов США. Очевидно, что климатические флуктуации будут оказывать все возрастающее воздействие на экономическую деятельность. В этой связи минимизация негативных последствий при одновременном учете и использовании потенциальных позитивных эффектов, связанных с потеплением, является весьма актуальной задачей.

По информации Росгидромета, климат в России теплеет в 2,5 раза быстрее, чем в мире. Если в среднем в мире теплеет на 0,17 °С за 10 лет, то в России – на 0,43 °С. Уже в ближайшие десятилетия в стране может существенно сократиться отопительный период и расширится зона, пригодная для сельского хозяйства. Однако, наряду с большим количеством положительных моментов, Россию может ожидать и масса негативных последствий глобального потепления.

Воздействие климатических флуктуаций и их последствий на деятельность человека приводит к огромному социально-экономическому ущербу, непосредственно влияет на эффективность деятельности таких жизненно важных секторов экономики, как энергетика, сельскохозяйственное производство, водопользование и водопотребление, речное и морское судоходство, жилищно-коммунальное хозяйство [15]. Например, потепление климата отрицательно сказывается на водных акваториях: Аральском, Каспийском водоемах, в Новосибирской области – на озере Чаны. Пересыхание озер Барабинской равнины, по мнению Л. Ю. Анопченко, за последние десятилетия идет ускоренными темпами [16]. Под действием постоянно высоких температур и высокого испарения вода в озерах убывает, они мелеют, это отрицательно сказывается на многих отраслях экономики.

Негативные последствия экстремальных погодных явлений, по оценке доктора экономических наук, профессора, заведующего лабораторией анализа и прогнозирования природных и техногенных рисков экономики Института народнохозяйственного прогнозирования (ИНП) РАН Б. Порфирьева и доктора

физико-математических наук, директора Государственной геофизической обсерватории (ГГО) имени А.И. Воейкова Росгидромета В. Катцова, весьма ощутимы, и ущерб от них в конце предыдущего и начале нынешнего века составлял не менее 0,5 % ВВП в среднем в год, при этом он увеличивался вдвое быстрее, чем сам ВВП [17].

Н. И. Золотарева и А. А. Сергеев проводят интересный и глубокий анализ влияния климатических флуктуаций на страховой рынок [18, 19]. Авторы отмечают, что страховые фирмы должны приспосабливаться к изменению климата, прогнозируя, как меняющиеся погодные условия повлияют на страховые риски их клиентов. Перед страховым рынком стоит сложная задача – адаптация к изменению климата. Застрахованный ущерб собственности от природных катаклизмов, например, в 2004 г. достиг рекордной величины – 32 млрд. евро, прежде всего из-за жестоких штормов, обрушившихся на США и Японию. Ущерб от штормов постоянно растет не только в этих странах, но и в Европе и Австралии. Ассоциация страховщиков Великобритании докладывала о том, что изменение климата увеличивает риск нанесения ущерба частной собственности на 2–4 % ежегодно [20].

Существуют и другие риски для страхования, связанные с изменением климата. Так, рост зимних температур может способствовать увеличению продолжительности жизни, что станет дополнительным бременем для медицинского страхования и пенсионных фондов. Другие ожидаемые эффекты глобального потепления могут быть связаны с претензиями о снижении объемов продаж, с ущербом здоровью от теплового стресса, ущербом для автотранспорта, задержками пассажирских авиарейсов, с загрязнением окружающей среды.

К положительным последствиям ожидаемых изменений климата следует отнести сокращение отопительного периода. Сравнительный анализ данных метеорологических наблюдений за два предшествующих десятилетия свидетельствует о выраженной тенденции сокращения продолжительности отопительного периода и его средней температуры на территории России. Предполагается, что к середине XXI в. произойдет дальнейшее снижение индекса потребления энергии на обогрев зданий, но при этом будет становиться все более актуальной проблема борьбы с перегревом зданий. Предпосылкой к этому является ожидаемое увеличение вероятности экстремально теплых летних сезонов, увеличение повторяемости волн жары [21]. Для создания оптимального микроклимата внутри зданий – как в зимнее, так и в летнее время – необходимы разработка и внедрение эффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, обеспечивающих соблюдение необходимых стандартов на энергопотребление зданий.

Положительные последствия ожидаемых изменений климата в большинстве районов европейской части России, в регионах юга Западной Сибири, в западных районах Приморского и Хабаровского краев приведут к уменьшению ветровых нагрузок на ЛЭП и на высотные здания. При этом на территории азиатской части России повторяемость нагрузок на здания и сооружения (энерге-

тические, промышленные, коммунальные и транспортные), приводящих к авариям, может уменьшиться в 1,1 раза [22]. Сократится число дней с критическими скоростями ветра при низких температурах воздуха, требующих дополнительной оплаты труда или прекращения работ. Это приведет к экономии расходов на строительные, ремонтные и погрузочно-разгрузочные работы. В этой связи может появиться возможность высвободившиеся оборотные средства направить на модернизацию и техническое перевооружение производства, развитие кадрового потенциала, расширение социальных программ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пачаури Р. К., Райзингер А. и др. Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата // Межправительственная группа экспертов по изменению климата. Изменение климата, 2007. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_ru.pdf (дата обращения: 18.03.2015).
2. Воронина Л. В., Смирнова А. Н. Зонально-провинциальные особенности и экологическое значение суммарной солнечной радиации в пределах Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 3. – С. 96–104.
3. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеоздат. Вып. 20, ч. 2, 1965. – 331 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные. – СПб.: Гидрометеоздат, вып. 20, ч. 1-6. Серия 3, 1993. – 717 с.
5. Воронина Л. В. Исследование экстремальных температур воздуха для целей рекреации и туризма // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 96–104.
6. Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П. Среднемасштабное ландшафтное картографирование территории природного парка «Сибирские увалы» // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 50–54.
7. Невидимова О. Г. Подход к ранжированию территории по степени безопасности природопользования // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 4, ч. 2. – С. 123–127.
8. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Общее резюме доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/upload/iblock/77a/Doklad-RF-ob-osobennostjah-klimata-2014-rezjume.pdf> (дата обращения: 18.03.2015).
9. Погода в Москве побила прошлогодний рекорд // Информационное агентство «РосБизнесКонсалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/54fe85e09a79475dc176ec22> (дата обращения: 10.03.2015).
10. Температура воздуха в Москве поднялась до 13 градусов выше нуля // Информационное агентство «РосБизнесКонсалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/55004f459a7947e2299705ef> (дата обращения: 15.03.2015).
11. Сырых Л. Ю. Теплая зима 2015 года // Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://meteo22.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=245 (дата обращения: 17.03.2015).

12. Ягудин Р. А. Аномально-теплый и снежный финал февраля // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo-nso.ru/articles/more/70> (дата обращения: 17.03.2015).
13. За неделю в Новосибирске впала месячная норма снега // НГС. НОВОСТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.ngs.ru/more/2081842/> (дата обращения: 03.03.2015).
14. Богомолова Т. С., Ромашова Т. В. Экономическое значение глобального изменения климата // Материалы III Международной научно-практической конференции «Современные проблемы географии и геологии», 11–12 ноября, 2004 г., Томск. – Томск: НИТГУ, СМУТГУ, ИГСОРАН, 2014. – С. 195–199.
15. Сергеев А. А. Оценка социо-эколого-экономических рисков, связанных с изменением климата // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 2, ч. 2. – С. 111–116.
16. Анопченко Л.Ю. Климат в XX веке и обсыхание озер Барабинской равнины // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 5. – С. 124–128.
17. Порфирьев Б., Катцов В. Последствия изменений климата в России и адаптация к ним // Экономический портал «Institutiones.Com» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://institutiones.com/general/2050-posledstviya-izmenenij-klimata-v-rossii-i-adaptaciya.html> (дата обращения: 17.03.2015).
18. Золотарева Н. И., Сергеев А. А. Взаимосвязь климатических изменений и страховых рисков // Научный журнал Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. Серия «Экономика и экологический менеджмент». Сентябрь 2010 г. № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economics.openmechanics.com/articles/199.pdf> (дата обращения: 11.03.2015).
19. Сергеев А. А. Оценка воздействия климатических изменений и их последствий на устойчивость экономического развития // Сибирская финансовая школа. 2010. № 5/2010 (сентябрь-октябрь). – Новосибирск: Сибирская академия финансов и банковского дела, 2010. – С. 14–19.
20. Сергеев А. А. О влиянии климатических изменений на экономику // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 3, ч. 1. – С. 10–15.
21. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Шестое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола. 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/6nc_rus_final.pdf (дата обращения: 18.03.2015).
22. Сергеев А. А. К вопросу оценки эколого-экономических последствий изменения климата в России // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 3, ч. 1. – С. 54–58.

Получено 11.07.2015

© Л. В. Воронина, А. С. Сергеев, 2015

ОБРАЗОВАНИЕ



УДК 378.811

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Евгения Васильевна Душинина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры иностранных языков и межкультурных коммуникаций, тел. (383)343-29-33, e-mail: respond2005@yandex.ru.

В статье описываются основные преимущества применения на занятиях по иностранному языку цифровых технологий перед аналоговыми: качество звука и изображения, возможность многократного воспроизведения, компактность, простота использования, универсальность, объем памяти и другие. Отмечаются широкие возможности онлайн-сервисов и разнообразных USB-накопителей для решения методических задач. Потенциал цифровых видеоматериалов на уроках по иностранному языку проиллюстрирован примером тренировочного упражнения. Проблема качественного отбора учебных материалов, особенно их лексического наполнения, остается также актуальной для цифровых видеоматериалов.

Использование видеоматериалов на занятиях по иностранному языку является мощнейшим средством мотивации студентов к изучению иностранного языка и культуры страны, активизирует учебный процесс, способствует подготовке студентов к межкультурной коммуникации в сфере их профессионального общения.

Ключевые слова: цифровое видео, онлайн сервисы, Интернет, USB-накопители, межкультурная коммуникация.

ADVANTAGES OF DIGITAL VIDEO IMPLEMENTATION AT THE FOREIGN LANGUAGE LESSONS

Evgeniya V. Dushinina

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assoc. Prof., Department of Foreign Language, tel. (383)343-29-33, e-mail: respond2005@yandex.ru

In the article the main advantages of digital video implementation at the foreign language lessons are described: the quality of sound and picture, multiple playback function, small size, usability, universality, memory size, etc. Wide opportunities of on-line services and various USB-drives for teaching purposes are stated. The digital video potential for the foreign language lesson is illustrated by the exercise. The problem of selection the high-quality teaching materials remains also urgent for digital video.

The implementation of digital video at the foreign language lessons is a powerful tool to motivate studying foreign language and country, to facilitate intercultural communication of the students in their professional sphere.

Key words: digital video, online services, Internet, USB-drive, intercultural communication.

Технологический прогресс современного информационного общества открывает большие перспективы в области применения мультимедийных средств в самых разных областях жизнедеятельности человека.

Эффективность использования технических средств обучения на уроках иностранного языка многократно признавалась исследователями на протяжении многих лет [1–5]. На сегодняшний день, грампластинки, аудио- и видеокассеты уступили место цифровым носителям: CD, DVD, которые, благодаря развитию широкополосного интернета, вытесняются потоковыми онлайн сервисами или, при отсутствии интернета или ограниченном доступе, USB-накопителями.

Помимо требований, предъявляемых к любому виду учебного материала [6], необходимо учитывать специфику работы с видеоматериалом. Прежде всего, изображение и звук должны быть четкими и качественными [7]. Яркость картинки и чистый звук являются постоянными атрибутами цифрового видео.

В зависимости от уровня языковой подготовки учащихся, видеоматериал может быть представлен целиком или же разделен на отдельные смысловые отрезки для облегчения понимания [6]. Цифровые технологии дают возможность многократного воспроизведения, а также остановки видео по усмотрению преподавателя на запланированном фрагменте с точностью до секунды (чего нельзя было достичь, например, на аналоговых проигрывателях).

Современные носители значительно превосходят своих аналоговых предшественников по компактности и простоте использования. Сравним видеокассету и USB-флэш накопитель: прямоугольная пластмассовая кассета самого распространенного ранее формата VHS имела размеры 188 × 104 × 25 миллиметров, в то время как, например, современная «флэшка» – в среднем 3–5 см в длину.

USB-накопители более универсальны: они совместимы с большинством современных телевизоров, медиа-проигрывателей и компьютеров. Следовательно, преподаватель имеет возможность воспроизводить видеоконтент, используя разнообразные технические средства в зависимости от возможностей образовательного учреждения [9], а также в соответствии с количеством учащихся в группе.

Большой объем памяти (например, USB-флэш накопитель на 32, 64 ГБ и т. д.) позволяет хранить в одном месте большую подборку учебных и аутентичных видеоматериалов. Более того, наличие специальных программ обработки видеоматериала дает возможность сделать подборку из нескольких эпизодов. На продвинутом этапе изучения применяется создание преподавателем или преподавателем совместно со студентами собственных фильмов в учебных целях [10].

Регулирование громкости и возможность отключения изображения, применяемое на аналоговых проигрывателях, остается актуальным и для цифровых. На наш взгляд, большим потенциалом обладает упражнение *deducing dialogue from pictures*, описанное С. А. Валетко [7]. Преподаватель выбирает сюжет, состоящий из диалога. Одна роль записывается на бумаге, а вместо другой оставляются пропуски (*gapped dialogue*). Фильм проигрывается минимум 3 раза: 1-й раз – только видеосюжет без звука, 2-й раз – звуковая дорожка без изображения. Студенты, разделенные на пары, получают бумажную копию *gapped dialogue* и пытаются заполнить пропуски. 3-й раз видеоматериал воспроизводится уже полностью, с изображением и звуком. После просмотра работа студентов сравнивается с оригиналом.

Цифровое видео, в отличие от аналогового, позволяет оперировать с субтитрами [11] в учебных целях (режимы «вкл/выкл», «выбрать язык», в качестве опции – регулирование размера, цвета шрифта субтитров).

Признаем, что современные студенты значительное время проводят в виртуальном пространстве [12, 13]. Поэтому отслеживание и использование преподавателем актуальных видеороликов популярных сайтов является мощнейшим средством мотивации студентов к изучению иностранного языка и культуры страны [14–17]. Благодаря возможности записи и хранения видеoinформации в цифровом формате преподаватель обновляет учебные видеоматериалы оперативно и своевременно. Наряду с учебными фильмами используются отрывки из художественных фильмов, новостных передач и рекламы, аутентичные видеоролики, размещенные на видеохостинге «YouTube» или в социальных сетях [18, 19].

Разнообразие имеющихся источников ставит перед преподавателем проблему качественного отбора материала [6]. Особое внимание следует обратить на содержание видеоматериала: лексическое наполнение должно соответствовать современным нормам литературного языка. Допускается употребление сленговых выражений, но они не должны быть частыми и сложными для понимания. Кроме того, нельзя не согласиться с тем, что «при отборе текстов и разработке упражнений к ним следует учитывать общий уровень образованности студентов, возможную вариативность их уровней владения языком и их потребностей в достижении определенного уровня иноязычной коммуникации в сфере их профессиональной деятельности» [20].

Таким образом, грамотное применение учебного и аутентичного материала в цифровом формате может значительно активизировать учебный процесс, установить связь классной ситуации с реальной ситуацией иноязычного общения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сычева О. Г. Влияние качества дикции на аудирование // Методика преподавания иностранных языков в вузе: сб. статей. – М., 1973. – Т. 3. – С. 64–69.
2. Гез Н. И. Обучение аудированию: текст лекций по курсу «Методика обучения иностранным языкам». – М., 1982.

3. Прокофьева В. Л. Волшебная сила кино-, видеофильма в формировании мотивации к иноязычному общению. – Липецк: ЛЭГИ, 2006. – 163 с.
4. Чопчиц И. Н. Использование видео на уроках иностранного языка // Наука и образование: инновации, интеграция и развитие. – 2015. – № 1 (2). – С. 170–172.
5. Микрюкова Л. И. Использование видео при обучении иностранным языкам (из опыта преподавания французского языка) // Язык и литература: электронный журнал факультета романо-германской филологии Тюменского государственного университета. – 2004. – № 19.
6. Мусихин И. А. Принципы разработки учебной литературы для подготовки студентов технических вузов к межкультурной коммуникации в сфере их профессионального общения // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ. Современные тенденции формирования образовательной среды технологического университета: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 3–7 февраля 2014. – Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 164–168.
7. Валетко С. А. Использование видео на уроке иностранного языка // Интернет-журнал Фестиваль педагогических идей «Открытый урок», 2004-2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/214052/>.
8. Жданов С. С. Видео как средство наглядности при представлении иноязычного лингвострановедческого материала // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 54–60.
9. Жданов С.С. Пути совершенствования преподавания иностранных языков в СГГА // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ. Современные тенденции формирования образовательной среды технологического университета: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 3–7 февраля 2014., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 214–218.
10. Сликишина И. В. Общие вопросы создания учебных фильмов // Электронный научный журнал Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании, 01 (16), январь-февраль 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://journal.kuzsra.ru/articles/68/>.
11. Луферов Д. Н. Видеоматериалы с субтитрами: сделайте их своими помощниками в обучении иностранному языку // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2011. – № 3. – С. 181–186.
12. Титова С. В. Интеграция социальных сетей и сервисов Интернета 2.0 в процесс преподавания иностранных языков: необходимость или блажь? // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2008. – № 3. – С. 208–213.
13. Тютерева И. В. Роль Интернет-технологий в формировании социоально-коммуникативных компетенций при изучении иностранных языков // Современные научные исследования: теория, методология, практика. – 2014. – Т. 1. – № 4. – С. 263–268.
14. Бочарова А. С. Важность развития социокультурной компетенции студентов неязыковых вузов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 46–49.
15. Шабалина Л. А. Реализация концепции поликультурного образования в рамках дисциплины «Межкультурная коммуникация» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 85–90.

16. Дубовикова Е. М. Обучение студентов неязыковых вузов иноязычной виртуальной коммуникации в массово-информационной среде Интернет (на материале английского языка): диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Пятигорск: Волгоградский государственный университет, 2006.

17. Глухова Ю. Н. Использование Интернет-ресурсов в преподавании иностранного языка (на примере французского языка) // Актуальные вопросы современного университетского образования: материалы XII Российско-американской научно-практической конференции. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Американские советы по международному образованию (АСМО), Университет Северной Айовы, Учебно-методическое объединение по направлениям педагогического образования МОиН РФ. – 2010. – С. 281–284.

18. Струкова П. Э. Рекомендации по использованию рекламных видеороликов в преподавании иностранного языка (на примере китайского языка) // Актуальные проблемы филологии и методики преподавания иностранных языков. – 2013. – № 7. – С. 111–117.

19. Стокрацкая Л. С. Использование Интернет-ресурсов в преподавании иностранных языков (на примере немецкого языка) // Записки Горного института. – 2008. – Т. 175. – С. 249–250.

20. Allen J. P. B., Widdowson H. G. Teaching the Communicative Use of English // Episodes in ESP. A Source and reference book on the development of English for Science and Technology by J. Swales. – New York: Prentice Hall, 1988. – P. 73–87.

Получено 14.07.2015

© Е. В. Душина, 2015

УДК 528.91:004:332

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАНДИДАТСКИХ И МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ»

Виктор Николаевич Москвин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)344-31-73, e-mail: mosk46@ngs.ru

Изменение системы высшего образования в России требует разработки новых научно-методических подходов для подготовки и защиты квалификационных работ. Особенно это касается магистратуры и аспирантуры, где квалификационной работой является диссертация. Представлены требования к содержанию квалификационных работ, а также материалы по использованию интеллектуальной собственности, создаваемой соискателям ученых степеней, при подготовке и защите диссертаций по направлению «Землеустройство и кадастры».

Ключевые слова: высшее образование, кандидатская и магистерская диссертации, интеллектуальная собственность, перспективы использования, землеустройство и кадастры.

PROSPECTS FOR THE USE OF INTELLECTUAL PROPERTY IN THE PREPARATION OF PHD AND MASTER THESES IN THE FIELD OF «LAND MANAGEMENT AND CADASTRE»

Viktor N. Moskvina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plahotnogo St., Ph. D., Professor, Department of Cadaster and Territorial Planning, tel. (383)344-31-73, e-mail: mosk46@ngs.ru

Changing the higher education in Russia requires the development of new scientific and methodological approaches to preparation and defence of qualification papers. This is especially true of graduate and postgraduate, where the qualifying work is the dissertation. Submitted content requirements for qualifying works, as well as materials on the use of the intellectual property created degree, in the preparation and defense of dissertations on "Land management and cadaster".

Key words: high education, candidate and master dissertation, intellectual property, application perspectives, land management and cadastre.

Изменение системы высшего профессионального образования в России [1] предопределило изменение методических подходов к подготовке и защите выпускных квалификационных работ. В первую очередь, это касается кандидатских и магистерских диссертаций. Диссертация является квалификационной научной работой, которую необходимо защитить по окончании магистратуры или аспирантуры высшего учебного заведения для получения квалификации магистра или кандидата наук. Требования к подготовке и защите магистерской и кандидатской диссертаций в настоящее время практически одинаковы, поэтому в дальнейшем мы будем исходить из этого положения.

Отличие диссертации от других квалификационных работ вузов заключается в отличительных формальных признаках, которым должна удовлетворять эта работа. Эти признаки должны быть у любой диссертационной работы.

Первый признак, по нашему мнению, основной – это наличие в работе **научной новизны**. Ранее не известные новые знания и разработки, полученные в исследованиях соискателей степени магистра или кандидата наук должны составлять основу научной новизны диссертации. Они же должны являться и предметом интеллектуальной собственности, когда получаемые новые знания объективно отражены в мировом информационном пространстве и представлены в материализованном виде, например, на материальном носителе. Последнее является **вторым формальным признаком**, которому должна удовлетворять магистерская диссертация. Иными словами, **основные положения, изложенные в магистерской диссертации, должны быть опубликованы**. И третьим **формальным признаком** магистерской диссертации является **практическая полезность** предлагаемых соискателем новшеств. Это должно быть подтверждено использованием кем-то и где-то положений защищаемой диссертации.

Наиболее сложным в процессе работы над диссертацией, по нашему мнению [2], является нахождение и представление научной новизны.

Понятие новизны толкуется по двум типам развития знания соответственно типологии научного предвидения и научного открытия:

- 1) интенсивное (качественно новое) приращение;
- 2) экстенсивное (количественно новое) приращение.

Следует различать: 1) принципиально новое решение – это результат творческой деятельности. Оно возникает впервые и не имеет аналогов в прошлом; 2) новое во времени – это результат творческой деятельности, созданию или возникновению которого предшествовало существование аналогичного решения. Его особенность – наличие такого качества решения, в соответствии с которым оно и представляет необычный вариант.

По отношению к личности, новизна классифицируется следующим образом.

Индивидуальная новизна – результат деятельности «творца» для общества не является новым. Такое новое является субъективным, индивидуальным, психологически новым.

Локальная (групповая) новизна – результат творческой деятельности является новым для группы или коллектива людей.

Региональная новизна – новизна распространяется или ограничивается рамками отдельной страны, государства или определенного региона;

Объективная (всемирная) новизна – новизна определена для всего сообщества человечества, всего мира.

Определения новизны исследования строятся не на простом перечислении, а на реальном нахождении научной новизны буквально во всех методологических, содержательных и структурных элементах процесса и результатов исследования.

Выявить и определить новизну позволяют следующие положения:

- обстоятельное изучение литературы по предмету исследования с анализом его исторического развития (хронологии);
- рассмотрение существующих точек зрения, критический анализ и сопоставление задач, которые часто приводят к новым или компромиссным решениям;
- вовлечение в научный оборот нового терминологического аппарата, цифрового и фактического материала, например, в результате проведения эксперимента.

Критерии определения научной новизны.

Критерий «первенства» означает, что полученные в диссертации результаты отсутствуют в мировых источниках информации.

Критерий «достоверности» – любое утверждение в новизне должно быть достоверным и доказанным.

Критерий «полезности» означает, что полученные в диссертации результаты будут полезны для общества. Полезность результатов в обязательном порядке устанавливается и обосновывается.

Критерий «полноты» означает, что полученные в диссертации результаты имеют законченный вид и относительно полны для восприятия и понимания специалистами.

Критерий «достаточности» заключается в согласованности всех полученных в работе экспериментальных данных с теоретическими решениями, предлагаемыми соискателем или другими исследователями.

Таким образом, необходимо констатировать, что зафиксированная объективно интеллектуальная собственность [3–6] является основой научной новизны диссертации. Поэтому создание, охрана, оценка и передача интеллектуальной собственности – те составляющие, на которые, по нашему мнению, должны обратить внимание соискатели и их научные руководители, так как созданные в процессе подготовки над диссертацией объекты интеллектуальной собственности зачастую являются основой дальнейшей научной или производственной деятельности. И в этой связи необходимо указать на правовые аспекты создания и использования интеллектуальной собственности при проведении научных исследований, результаты которых следует использовать при написании диссертаций.

С начала проведения рыночных реформ в России были предприняты шаги по кардинальной перестройке правовых норм, регулирующих защиту интеллектуальной собственности. Законодательство в этой сфере, в частности, ГК РФ, часть 4 [7] в значительной мере было приближено к международным стандартам. Более того, в принятых законах был закреплен приоритет международных договоров, в которых участвует Российская Федерация, над внутренним российским законодательством. Это положение создает предпосылки для дальнейшего совершенствования российского права в соответствии с международными стандартами. Однако ситуация с созданием и использованием интеллек-

туальной собственности в учебном процессе остается далеко не решенной. По нашему мнению, при проведении научных исследований соискателями ученой степени следует, прежде всего, обратить внимание на специфику объектов интеллектуальной собственности, которые имеют индивидуальные особенности и содержат ранее не известную информацию [4, 6].

Специфика интеллектуальной собственности заключается в том, что она появляется в результате поиска новых решений и информации, когда идет процесс переработки уже известной информации о материальном мире и социуме, в результате чего происходит появление новой интеллектуальной информации о возможных изменениях рассматриваемых объектов или явлений, с целью получения их новых качеств, отвечающих потребностям человека. Именно потребность человечества в новых качествах окружающего мира (актуальность научного исследования) является толчком к появлению интеллектуальной собственности. Зачастую эти потребности «придумываются» в результате фантазии соискателя [7].

Обобщая вышесказанное, можно констатировать, что в любой диссертации должны быть представлены как элементы полученных новых знаний, так и элементы инновационного проектирования – процесса их практического использования [8].

В качестве примера для будущих соискателей ученой степени кандидата наук можно привести последовательность выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ научными работниками всех уровней.

1. Проведение исследований, направленных на создание объектов интеллектуальной собственности (ОИС), удовлетворяющих критериям научной новизны и практической полезности.

2. Оформление прав на ОИС, выбор формы правовой охраны ОИС (например, патентование, публикация и т. д.).

3. Предварительный анализ области использования и будущей коммерческой отдачи создаваемого ОИС. Обоснование преимуществ и выгод от использования ОИС в отличие от имеющихся решений.

4. Анализ возможных инновационных проектов на основе ОИС и выбор инновационного проекта.

5. Инновационное проектирование на основе возможных путей продвижения создаваемого продукта с использованием ОИС.

6. Оценка различных рисков продвижения инноваций на рынок (производственного, инвестиционного, риска за конкуренцию со стороны альтернативных технологий, коммерческого и др.).

7. Выбор партнеров по реализации инновационного проекта.

8. Оценка рыночной стоимости нового товара или услуги на основе ОИС.

Естественно, что использовать все эти положения в ходе работы над магистерской диссертацией вряд ли возможно, однако, будущим магистрам следует это знать обязательно.

Вообще, при работе над диссертацией следует придерживаться положений, которые касаются требований ВАК к кандидатским диссертациям, как квалификационных работ. А при инновационном проектировании – придерживаться технологии для выполнения НИР и ОКР в системе Российской академии наук (РАН).

Таким образом, из вышесказанного можно сделать заключение, что высокие требования, предъявляемые к магистерским и кандидатским диссертациям и выраженные нами как формальные признаки, труднодостижимы для большинства соискателей, особенно для обучающихся в магистратуре студентов.

Для преодоления таких трудностей в образовательном процессе магистрантов следует, по нашему мнению, уделить внимание следующему:

- во-первых, проводить более тщательный отбор студентов для обучения в магистратуре, особенно выпускников непрофильных направлений обучения и выпускников сторонних вузов;

- во-вторых, в процессе обучения студентов в бакалавриате выявлять наиболее перспективные работы студентов для дальнейшего их продолжения как исследовательских работ магистратуры;

- в-третьих, разработать и постоянно обновлять список тем, наиболее актуальных и значимых для научных исследований вуза, и предлагать для соучастия в выполнении их студентами бакалавриата и магистратуры.

Включение в систему подготовки магистров научных подходов воспринимается студентами и руководителями с большой трудностью, так как они не готовы четко сформулировать актуальность темы, цель и задачи будущего научного исследования в соответствии с еще не четко представляемой научной новизной.

Это обусловлено тем, что подготовка магистров и кандидатов наук, как и других специалистов с высшим образованием в России, по нашему мнению, находится в плачевном состоянии. Это следствие многих причин. Но мы выделим две.

Первая определяется как «макропричина» теми негативными процессами, которые происходят в стране в последние 20 лет не только в сфере высшего образования, но и в науке, культуре и других «интеллектуальных» сферах деятельности. Их можно охарактеризовать как слабую востребованность в стране научной и инновационной деятельности, хотя об их развитии говорят на всех уровнях.

Вторая причина определяется как «микрпричина» местным (академическим) уровнем, связана с несовершенством процесса подготовки кандидатов наук и магистров и его научно-методическим обеспечением, с одной стороны, и процессом взаимопонимания двух основных субъектов обучения – научного руководителя и соискателя, с другой стороны. И соискатель степени с его общей культурой, знаниями, полученными до вуза, способностью к обучению и т. д., играет здесь основную роль. Если же соискатель не готов по какой-то причине воспринимать знания (по аналогии с лунным ландшафтом, в котором

не прорастет ни одно зерно или дерево без дополнительной удобрения), тогда требуются дополнительные усилия со стороны вуза и научного руководителя в мотивации работы над диссертацией.

И в этой связи нами обращается основное внимание на выбор будущей темы диссертации и ее актуализацию, а также методы поиска новых решений в рамках темы диссертации.

Так, для подготовки магистров по направлению «Землеустройство и кадастры» [2] следует ориентироваться на научную специальность подготовки аспирантов «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» и выбор темы как магистерской, так кандидатской диссертации в методическом отношении должен быть ориентирован на требования ВАК. Разумеется, что соискателю и научному руководителю предоставляется право самостоятельного выбора темы работы, однако, этот выбор производится на основании Паспорта научной специальности и имеющегося утвержденного перечня направлений для выбора тем.

Содержанием специальности «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» является разработка принципов, методов и технологий учета, регистрации и сбора информации о состоянии земельных ресурсов, а также оценки и управления земельными ресурсами.

Ниже приведены области исследований, которые могут быть рекомендованы как направления и при подготовке магистерских диссертаций:

1. Разработка системы кадастрового состояния земель в условиях перехода к многоукладному землепользованию.

2. Научно-методическое обеспечение земельно-оценочных работ (по всем категориям земель).

3. Принципы сбора, документирования, накопления, обработки и хранения сведений о земельных участках. Разработка единой методики по ведению земельного кадастра.

4. Информационное обеспечение государственного земельного кадастра.

5. Обоснование выбора первичной единицы при проведении учета качества земель.

6. Охрана земель – основа комплексного подхода к использованию земель с учетом их зональных и региональных особенностей (предотвращение деградации земель, экологическое состояние земель, защита земель от водной и ветровой эрозии, защита от заражения сельскохозяйственных угодий, рекультивация нарушенных земель).

7. Устойчивость агроэкосистем (создание природоохранной системы в виде заповедных, водоохранных, рекреационных и санитарно-гигиенических зон наряду с полезащитными лесонасаждениями, экологически обоснованными мелиорациями земель и т. д.).

8. Мониторинг земель как научное направление (концепция, методология, технология); системный подход.

9. Научные основы, цели, функции, содержание и организация мониторинга земель (федеральный, региональный и локальный уровни).

10. Обоснование системы контролируемых показателей слежения за состоянием земель.

11. Разработка земельно-информационной системы (ЗИС) как основной части геоинформационной системы (ГИС) на основе современных информационных и геоинформационных технологий.

Тематика диссертационной работы должна отражать как теоретическую, так и практическую направленность исследования. Теоретическая часть исследования должна быть ориентирована на разработку теоретических и методологических основ исследуемых вопросов, использование новых концепций и идей в выбранной области исследования, отличаться определенной новизной научных идей и методов исследования. Практическая часть исследования должна демонстрировать способности соискателя решать реальные практические инновационные задачи, с использованием нормативных правовых актов, а также на основе разработки моделей, методологических основ и подходов в исследуемых вопросах.

Выводы

1. При подготовке и защите магистерской или кандидатской диссертации соискатели должны учитывать отличительные формальные признаки, которым должна удовлетворять эта работа. Это научная новизна, практическая полезность и публичное представление результатов в печати. Такие признаки в полной мере обеспечивает созданная соискателями интеллектуальная собственность.

2. В диссертации должны быть представлены как элементы научной новизны на основе полученных новых знаний, так и элементы инновационного проектирования – процесса их практического использования. В качестве примера для будущих магистрантов можно привести последовательность выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ научными работниками всех уровней.

3. Знание магистрантами основных положений законодательства РФ по созданию и охране интеллектуальной собственности позволит, во-первых, подготовить их к процессу закрепления за ними интеллектуальных прав при подготовке магистерских и кандидатских диссертаций, а, во-вторых, исключить возможность несанкционированного использования результатов других авторов в своих работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об образовании в Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ. По состоянию на 2015 г. – М.: Омега-Л, 2015. – 141 с.

2. Москвин В. Н. Методические основы подготовки магистерской диссертации по направлению «Землеустройство и кадастры» // сб. материалов Межд. научно-методической

конференции «Актуальные вопросы образования» (3–7 февраля 2014 г., Новосибирск). – Новосибирск: СГГА. – С. 264–267.

3. Москвин В. Н. Перспективы использования интеллектуальной собственности при подготовке магистерских диссертаций по направлению «Землеустройство и кадастры» // сб. материалов Межд. научно-методической конференции. «Актуальные вопросы образования» (3–7 февраля 2014 г., Новосибирск). – Новосибирск: СГГА. – С. 226–229.

4. Москвин В. Н. Интеллектуальная собственность. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 403 с.

5. Интеллектуальная собственность: управление на всех этапах жизненного пути: монография / А. А. Абрамян и др. – М.: Магистр-Пресс, 2007. – 356 с.

6. Оркина Е. А. Оценка стоимости интеллектуальной собственности: учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2013. – 124 с.

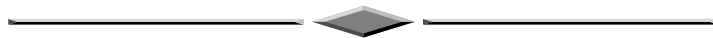
7. Гражданский кодекс Российской Федерации (части первая, вторая, третья, четвертая): По состоянию на 20 февраля 2008 года. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2008. – 528 с.

8. Резник С. Д. Научное руководство аспирантами: практическое пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 477 с.

Получено 05.08.2015

© В. Н. Москвин, 2015

МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



УДК 523

КОНЦЕПЦИИ И ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩЕЙ МАТЕРИИ

Юрий Степанович Ларионов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

Николай Александрович Ярославцев

ООО «ЭкоПроба», 644120, Россия, г. Омск, п.г.т. Дальний, 20, оф. 19, научный консультант, тел. (381)234-83-69, e-mail: yaroslavcev_na@mail.ru

Статья затрагивает основополагающие вопросы эволюционного развития материального мира. В качестве основного фактора такого развития авторы определяют энергоинформационное взаимодействие объектов, требующего иной трактовки понятия «информация». Оно известно – это есть атрибут материи, но в современной информатике в основном используется его вербальный (очеловеченный) аналог – данные, подготовленные к использованию в технических системах. Представление об информации как о физических проявлениях электромагнитных полей и излучений позволяет описать различные процессы материального мира с позиций информационных электромагнитных взаимодействий. Атрибутивная электромагнитная основа информации позволяет понять и сформулировать концепции развития эволюционирующей материи, среди которых: концепция целостности материального мира; концепция общей информационной эволюции материи; концепция формирования информационных структур на различных уровнях организации материи; концепция формирования целевых эволюционных процессов в живой материи; концепция формирования информационных процессов в эволюции клетки.

Ключевые слова: информация, материя, эволюция, электромагнитные поля и излучения, концепция.

CONCEPTIONS AND GENERAL INFORMATION BASE OF EVOLVING MATTER

Yury S. Larionov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Ecology and Environmental Management, tel. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

Nikolay A. Yaroslavtsev

«Ecoproba», 644120, Russia, Omsk, 29 Dalny, Engineer, tel. (381)234-83-69, e-mail: yaroslavcev_na@mail.ru

The article touches foundational questions of matter world evolution development. As the basic factor of such development the authors define energoinformational interaction of objects, which requires some other definition of the term “information”. It is known – it is the attribute of the matter, but modern informatics mainly uses its verbal (humanize) variant – data prepared to be used in technical systems. Representation of information as physical phenomena of electromagnetic fields and emissions allows to describe different processes of matter world from the viewpoint of informational electromagnetic interactions. Attributive electromagnetic basis of information allows to understand and formulate the conceptions of evolving matter development, among which: the conception of matter world integrity; the conception of general informational evolution of matter; the conception of informational structure formation on different matter organization levels; the conception of purposeful evolution processes formation in living matter; the conception of informational processes formation in cell evolution.

Key words: information, matter, evolution, electromagnetic fields and emissions, conception.

Начнем с представлений, что же такое информация и энергия. Эти термины и понятия необходимы, они характеризуют окружающий нас материальный мир, дают основу всех взаимодействий материи в процессе ее эволюции и характеризуют все уровни ее организации. Определений информации существует множество, причем академик Н. Н. Моисеев [1] даже полагал, что в силу широты этого понятия нет и не может быть строгого и достаточно универсального определения информации.

Сегодняшнее развитие науки [2–7] и общества предполагает, что информация должна обрести некоторую форму представления (то есть превратиться в данные), чтобы ей можно было обмениваться, информация есть в первую очередь интерпретация (смысл) такого представления (ISO/IEC/IEEE 24765:2010) [8]. Поэтому в строгом смысле информация отличается от данных, хотя в неформальном контексте эти два термина очень часто используют как синонимы.

Необходимо заметить, что первоначальное значение слова «информация» – это сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств и т. д.); с середины XX в. термин «информация» превратился в общенаучное понятие, включающее обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму (например, генетическая информация); в кибернетике это одно из основных понятий [3, 5, 6, 7].

При передаче информации техническими средствами принято считать, что информация – это структурное изменение или модуляция по закону кодирования постоянного высокочастотного сигнала по всем или выборочным его параметрам: амплитуде, фазе, частоте, длительности импульсов или частоты их следования. Благодаря этому, например, каждый владелец мобильного телефона, который является и приемником, и передатчиком электромагнитных волн, способен принимать или передавать сведения информационного характера [9].

Говоря о «времени», которое характеризует вечность и бесконечность материи, можно предположить, что это ритмический интервал(ы) различной дли-

тельности между эволюционным состоянием материальных форм-структур, в результате структурно-фазовых превращений и динамических преобразований при внешних ритмично изменяющихся информационных воздействиях. Тогда энергия характеризует меру вынужденного движения материи, протекающего с различной интенсивностью (скоростью) в процессе преобразования материальных форм-структур под ритмическим воздействием информации.

На основе этого существующее представление о времени и пространстве, как о «пространственно-временном континууме» и роли энергии в нем, приобретает более ясный физический смысл, т. е. пространственно-временной континуум может выступать как мера иерархического уровня ритмичных информационных преобразований форм-структур материи, относительно их состояний в процессе эволюции материи.

В современном научном представлении имеет место некоторая неопределенность и относительная спорность понятия «энергоинформационные взаимодействия». Но, на наш взгляд, это вызвано отсутствием общепринятого понятия термина «информация», имеющего в разных сферах деятельности человека множество различных интерпретаций [1, 5, 6, 7]. Этому термину, как правило, придается исключительно вербальный смысл, в отличие от понятия «информация» как атрибута материи, не зависящей от сознания человека [9–13, 17].

В силу сложности понимая поставленной задачи, мы изложим свои взгляды с определенной степенью их огрубления и отчасти схематично. Это необходимо для создания возможности выделения сути явления. Такой методологический подход успешно используется в биофизике и асимптоматической математике [7].

Информация атрибутивная – универсальное свойство всех материальных объектов, предающее им целостность и независимость во всех процессах материального мира.

Информация вербальная – создаваемая и воспринимаемая человеком, обладающим определенным уровнем самосознания, благодаря чему он использует ее в своих целях. Является частью атрибутивной информации.

В нашем представлении [10–13] информация – это электромагнитные поля (ЭМП) и электромагнитные измерения (ЭМИ) различной природы. Информация неотделима от материальной формы любого уровня, поскольку всякая форма имеет собственную структуру отличную от структур других форм материи, и это свойство отражено в собственной или внутренней частоте колебаний каждой формы материи. Структуры, формы и частоты внешних электромагнитных полей и вещества согласованы так, что они при определенных условиях вступают в резонанс. При этом существует избирательное информационное взаимодействие вещества и излучения, в основе которого лежат электромагнитные взаимодействия. Поскольку электромагнитные поля и излучения существуют благодаря ритму колебаний со множеством гармоник, то их взаимодействие с веществом материи также будет ритмичным и гармоничным, что способствует формированию разных уровней организации и иерархических струк-

тур материи на основе резонансных взаимодействий. При этом на планете Земля выделяется особая роль геопатогенных зон, имеющих слабые физические характеристики геомагнитной компоненты, в частности, по их частотным параметрам, т. е. «языком общения» в материальном мире являются электромагнитные излучения и сформированные ими поля различных характеристик [9–15 и др.]. Например, особенность такого влияния проявляется в активации или ингибировании роста растений различных видов и других биологических объектов с учетом их морфофизиологического состояния (этапы, фазы роста и развития, семена), т. е. может оказывать положительные или отрицательные влияния на особи одного и того же вида. Часто это влияние можно наблюдать на низких и сверхнизких частотах. Такие вопросы зачастую рассматриваются в магнито-биологии на растительных тест-объектах, представляя их как элементы или физический объект, обладающий собственным электрофизическим состоянием [13, 14, 16–18]. При этом выделяется особая роль низкочастотного электромагнитного фона естественного происхождения на флору и фауну, в частности в геофизике рассматривается проблема поверхности земного слоя. Отмечается важная роль вихревого гравитационного поля естественного происхождения с его фоновыми высокочастотными импульсными характеристиками тектонического происхождения и сверхнизкими частотными шумовыми сигналами с частотой 0,02 Гц [19, 20], наблюдаемыми на земной поверхности.

Недостаточное понимание уровня присутствия и сложности энергоинформационных связей и взаимодействий на атрибутивном уровне организации материи, как по горизонтали, так и по вертикали (иерархии), усложняет ее восприятие как целостной системы. Преобладание линейных подходов над нелинейными в изучении и оценке различных процессов и явлений ведет, как правило, к возникновению неопределенности в их понимании [9, 14, 17] или создании тупиковых научных ситуаций.

Мы исходим из представлений о бесконечности и непрерывности поля, заполняющего пространство (Вселенную), в общем случае – всеобщего информационного пространства, и непрерывности воспроизводства материальных форм, организованных по универсальному закону, основой которого являются электромагнитные взаимодействия и матричный принцип, лежащий в основе всех уровней организации постоянно эволюционирующей материи.

Отсутствие достаточного понимания физической сути понятий «информация» и «энтропия» как субстанциональных категорий, позволяющих описать процессы на различных уровнях состояний и преобразования материй, часто приводит к неопределенностям в оценке представлений о целостности состояния окружающего пространства и роли этих концептуальных понятий в таких оценках.

В наших представлениях [10–13] понятие «информация», с позиции применения для него термина «форма-структура», придающего ему физический смысл, целостность и как универсальной категории атрибута материи, можно трактовать следующим образом. «Информация – это атрибут материи, всеобъ-

емлющая системная, динамическая совокупность ее элементарных форм-структур, эволюционирующих на основе электромагнитных взаимодействий, отражающих ее энергетическое состояние на всех уровнях иерархии и организации, которая при определенных условиях может восприниматься вербально». Роль дефиса в понятии «форма-структура» является неотъемлемой связующей формы и структуры как системной триады. Из этого следует, что возможно придание физического смысла понятию «информационная энтропия атрибутивного уровня» (энтропия A), в которую понятие о термодинамической энтропии входит составляющей частью.

То есть, в основе предлагаемой концепции заложено понятие изменения уровня иерархии, организации и уровня сложности форм-структур, как меры оценки состояния различных систем своего уровня, с возможностью увеличения или уменьшения сложности таких структур или изменения «энтропии A ». Другими словами, чем больше сложность организации форм-структур, в любых системах, тем меньше «энтропия A », уменьшение сложности повышает ее.

Такой подход характерен для каждого уровня сложности систем. Так, у человека, который является сложной открыто-закрытой системой, со своей иерархией и уровнем организации, «энтропия A » минимальна, так же, как и у вируса достаточно простой системы, но соответствующей уровню иерархии и организации на своем этапе эволюции.

Таким образом, из определения понятия «информация» видно, что в общем случае, являясь атрибутом материи, она является физическим проявлением электромагнитных полей и излучений, которые, в свою очередь, состоят из форм-структур различной иерархии и сложности. Формы-структуры выражены в виде квадрупольных электромагнитных волн [12, 13], которые обладают различными характеристиками и формируются в центрах генерации (Солнце, Земля, Космос), а в общем случае – от любых источников электромагнитных излучений. Основное свойство понятия «информация» в контексте настоящей статьи – ее возможность сохранять свою основу, в виде любых преобразований форм-структур, то есть оставаться устойчивой (постоянной) категорией, например, строения атомов, молекул и т. д. Это показывает ее полное соответствие закону сохранения энергии (первый закон термодинамики), который, на наш взгляд, можно назвать «законом сохранения информации».

Представление об основе информации как о физическом проявлении электромагнитных полей и излучений позволяет описывать различные процессы материального мира, вплоть до появления жизни, с точки зрения информационных электромагнитных взаимодействий как атрибутивного, так и вербального уровня организации материи, на основе электромагнитных полей и излучений различного генеза и интенсивности. При этом мы видим роль электромагнетизма как основного экологического фактора, влияющего на существование и устойчивость биосферы [9, 12].

Таким образом, можно предположить, что низкие и сверхнизкие частоты в комбинированном магнитном поле Земли оказывают существенное влияние

на физиологические процессы живых объектов и вызывают необходимость системных исследований локальных электромагнитных аномалий.

Такой подход позволяет сформулировать ряд концепций [12], подчеркивающих целостность материального мира, на общей информационной основе эволюционирующей материи на различных уровнях ее иерархии и организации.

Концепция целостности материального мира. Окружающее материальное пространство организовано по голографическому принципу и представляет собой всеобщую информационную среду, придающую ему целостность, на основе электромагнитных взаимодействий. Только электромагнитные взаимодействия способны обеспечить информативную активность за счет поляризации электрических свойств и сохранность информации (атрибутивность) за счет магнитных свойств замкнутых течений токов в резонансных контурах, т. е. представляет собой квадруполь по Н. В. Петрову [9].

По сути, материя представляет из себя информацию, она наполнена информационным содержанием, выраженным в виде динамической системной совокупности форм-структур эволюционирующей материи, как ее неотъемлемый атрибут, определяющий ее состояние на любых уровнях организации и иерархии. Носителем информации являются электромагнитные волны в разреженных средах и соответствующие им переменные электрические токи в плотных структурах. Частота переменных токов в точности соответствует частоте электромагнитных волн. Поверхности всех форм материи обладают электрическими свойствами и являются чувствительными к внешним излучениям на близком расстоянии. Все формы материи сформированы из двух простейших излучателей: линейного электрического диполя и рамки (кольца, или магнитного диполя) с текущим в нем током.

В материальном мире электрический диполь выполняет роль воспринимающей системы (рецептора), а магнитный диполь, как система хранения информации предыдущих действий (памяти), обеспечивает дальное действие на основе магнитного резонанса при взаимодействиях с окружающими электромагнитными системами на различных уровнях организации и иерархии материи. При магнитном резонансе открывается (активизируется) тот или иной рецептор, обеспечивающий электрическое информационное взаимодействие на близком расстоянии с электромагнитной волной.

Концепция общей информационной эволюции материи. Материя находится в бесконечном кругообороте целенаправленного эволюционирующего состояния, в виде различных форм-структур на космофизико-химическом, геохимическом и биохимическом уровнях организации и иерархии материи, связанных и взаимодействующих между собой на электромагнитной (информационной) основе.

Ритмические эволюционные процессы материальных (информационных) систем протекают с повышением уровня ее информативности относительно системы, обладающей более высоким уровнем организации и иерархии. Другими словами, информационная насыщенность материи, или ее идеальное струк-

турное построение, стремится к цели своего развития – совершенствованию, полному информационному соответствию с внешним информационным воздействием. Цель развития и его предел ограничены информационным содержанием данного периода развития. Магнитное поле управляет сменой одного ритма эволюции другим. Эволюционные процессы заканчиваются, в случае выравнивания информационной составляющей эволюционирующей системы относительно системы, обладающей более высоким уровнем организации и иерархии (информативности).

Концепция формирования информационных структур на различных уровнях организации материи. Образование информационных структур, отражающих целостность материального мира с присутствием прямых и обратных связей на электромагнитной основе, реализуется как по вертикали (иерархия энергетических сфер), так и по горизонтали (организация полимерных структур). Конфигурация внешнего магнитного поля целиком и полностью соответствует конфигурации линий электрических токов в форме материи. Возникая по причине движения токов, магнитное поле за счет явления самоиндукции сдерживает как стремительное нарастание, так и стремительное падение потоков электричества, что выливается в факт управления информационным воздействием на рост и развитие. В свою очередь, каждый уровень иерархии может иметь множество подуровней (гармоник), связанных с ее информационной составляющей.

Концепция формирования целевых эволюционных процессов в живой материи. Эволюция живой материи на информационном уровне подчиняется закономерностям, характерным для материи в целом. Элементарной единицей живой материи является клетка. Она представляет собой самостоятельную, сложную систему, где базовой составляющей является иерархически выстроенные внутриклеточные энергетические структуры и элементы генетической памяти. Целью работы клетки является удвоить геном, генетическую память жизни самой клетки и того сообщества, к которому она принадлежит. По окончании процесса воспроизводства генома (удвоение ДНК) все внутри клетки затихает, исчезают все эндоплазматические энергетические сети, большинство органелл, исчезают все белки-катализаторы и пр., но остается информация об их новом рождении в условиях дочерних клеток после деления.

Первоначальный этап эволюции клетки реализуется на информационном уровне, в виде изменения состояния ее информационной системы, связанного с внешним воздействием на РНК и ДНК. Информационные изменения реализуются во внешней среде на морфологическом уровне, как этапы эволюции биологических видов на основе живой клетки, с приобретением ею новых свойств [10].

По окончании жизненного цикла клетки (организма) и (или) изменения внешних условий система возвращается на первоначальный, более низкий атрибутивный информационный уровень. Вершиной эволюции и организации живой материи является самосознание и сознание в ее сложно организованных

формах. Ритм биологических процессов всегда связан с двумя явлениями: активный процесс после оплодотворения и пассивный процесс распада ранее активных элементов, задействованных в целевом процессе воспроизводства генетической памяти.

Концепция формирования информационных процессов в эволюции клетки. Клетка является самостоятельной открыто-закрытой информационной системой, базирующейся на генетическом информационном коде, существующем в виде форм-структур молекул различной иерархии, которые служат биологической основой для формирования более сложных информационных систем различного уровня организации.

Клетка организована на принципах самоподобия, фрактальности и матричности. Она является самостоятельной, целостной, элементарной единицей фенотипа живого, хранителем и координатором ее генетической (информационной) программы, одновременно являясь элементарной единицей информации для соответствующего вышестоящего уровня иерархии.

Клетка эволюционировала от уровня самоорганизации, самовоспроизводства до уровня самосознания в более сложно организованных информационных системах (организмах). Клетка стоит на вершине информационной и биохимической эволюции живой материи. Это проявилось в формировании вербальной формы информации у биологического вида *Homo sapiens*, которая является составляющей частью единого информационного состояния наряду с атрибутивной информацией материи.

Таким образом, концепции энергоинформационного взаимодействия позволяют охарактеризовать целенаправленный, непрерывно эволюционирующий материальный мир как объективную целостную материальную реальность (единую непрерывную систему), основанную на электромагнитных взаимодействиях различных уровней ее организации и иерархии в общем процессе кругооборота материи, имеющего цель – воспроизводить генетические элементы памяти. Благодаря электромагнитному взаимодействию, все в мире космоса подвержено ритму колебаний, ритму изменения свойств всех участников процесса, в природе нет линейных процессов.

Сегодня становится понятной всеобъемлющая роль электромагнитных излучений различной интенсивности, как основного полевого носителя информации, во взаимодействии любых материальных объектов, как биологических, так и не биологических, между собой и с окружающей средой. Они выступают как системы с различными электрическими и магнитными составляющими и, в конечном итоге, с различным информационным наполнением [10,11]. Фактически, любой материальный объект (плотная среда) взаимодействует с внешней средой через электрические рецепторы, в плотной среде преобладают электрические токи как управляющая информационная основа. А во внешней (разреженной) среде преобладает электромагнитная основа, в виде электромагнитных полей и излучений. И взаимодействие плотной и разреженной сред осуществляется на резонансной основе, которая носит избирательный характер и обес-

печивает их взаимодействие в биосфере по законам симметричных и дисимметричных форм (вариабельности). При этом изучение механизмов обмена веществом и энергией в клетках живых организмов и механизмов их вещественно-энергетического взаимодействия с внешней средой показало, что клетка является собой открытую энерго-информационную систему, возникшую в результате общей эволюции материи и логично включающуюся в целостную естественно-научную картину материального мира. И эволюция ее самой (внутренней энерго-информационной основы на слабых и сверхслабых электромагнитных взаимодействиях) прошла на планете Земля от самовоспроизводства, самоорганизации до самосознания, т. е. до высшей формы информационных систем – вербальной.

Заключение. Вселенная электромагнитна, а существующие представления о фундаментальных физических взаимодействиях и явлениях, в свете предлагаемых представлений, можно рассмотреть несколько по-другому. То есть, если информация является атрибутом материи (категория структуры памяти и оценки ее целесообразного состояния и меры движения), то это позволяет определить (оценить) такую фундаментальную категорию, как «время» с других позиций. Об этом было сказано в начале статьи.

«Время» в эволюции материального мира – это ритмический интервал(ы) различной длительности между эволюционным состоянием материальных форм-структур, в результате структурно-фазовых превращений и динамических преобразований при внешних ритмично изменяющихся информационных воздействиях. А *«энергия»* характеризует меру вынужденного движения материи, протекающего с различной интенсивностью (скоростью) в процессе преобразования материальных форм-структур под ритмическим воздействием информации в эволюции материи.

В связи с этим, развиваемое современной наукой представление о времени и пространстве, как о «пространственно-временном континууме» и роль энергии в нем приобретает более ясный физический смысл, т. е. пространственно-временной континуум может выступать как мера иерархического уровня ритмических информационных преобразований форм-структур материи, относительно их состояний в процессе эволюции материи.

Разработанные нами концепции базируются на современных представлениях о сверхслабых электромагнитных взаимодействиях, лежащих в основе атрибутивных и вербальных информационных уровней эволюционирующей материи (отражающие различные уровни ее организации) и представлении об эволюции информации от атрибутивной до вербальной [14, 21].

Это позволяет оценивать различные процессы материального мира с точки зрения роли информационных электромагнитных взаимодействий, как при описании существенных свойств (атрибутивного), так и мысленного представления и словесного выражения (вербального) уровня организации материи, основываясь на свойствах электромагнитных полей и излучений различного генеза и интенсивности. При этом мы сегодня понимаем роль электромагнетизма как ос-

нового экологического фактора, влияющего на существование и устойчивость биосферы.

Началом использования информационных концепций для формирования устойчивости биосферы является создание геоинформационных систем в масштабах планеты Земля [22], а на очереди стоит космическая система отражения глобальных эволюционных информационных процессов материальной Вселенной [9]. Это будущее направление на основе вербальной информации отражено в вышеизложенных концепциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Моисеев Н. Н. Расставание с простотой. – М.: АГРАФ, 1998. – С. 98.
2. Бугакова Т. Ю. Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
3. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине; или Кибернетика и общество. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
4. Дубров А. П. Когнитивная психофизика: основы. – 2-е изд., исп. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 301 с.
5. Информация // Большой энциклопедический словарь. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. — 1434 с.
6. Семенков О. И. Информация. Новейший философский словарь / Сост. и гл. науч. ред. А. А. Грицанов. 3-е изд., испр. – Минск: Книжный дом, 2003. – С. 431–434.
7. Чернавский Д. С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
8. Systems and software engineering – Vocabulary: Although information will necessarily have a representation form to make it communicable, it is the interpretation of this representation (the meaning) that is relevant in the first place [Электронный ресурс]. – Доступ из: [https://www/ISO org/obp/ui/#ISO:std: ISO/IEC/IEEE 24765:2010](https://www.iso.org/obp/ui/#ISO:std:ISO/IEC/IEEE%2024765:2010).
9. Петров Н. В. Живой Космос. – СПб.: ООО «Береста», 2011. – 420 с.
10. Электромагнитный информационный подход к целостной естественнонаучной картине материального мира / Ю. С. Ларионов, В. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, Н. М. Приходько, Е. И. Баранова // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 158–174.
11. Концепции целостности эволюции материального мира / Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько, Е. В. Екимов // VI Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Санкт-Петербург, 2 июня 2012 г.: сб. научных трудов. – СПб., 2012. – С. 268–269.
12. Ларионов Ю. С. Основы эволюционной теории (Концепции естествознания и аксиомы современной биологии в свете эволюции материи): учеб. пособие. – Омск, изд. ИП Скорнякова Е. В., 2012. – 233 с.
13. Ларионов Ю. С., Ярославцев Н. А. Зависимость скорости роста растительных тест-объектов семян пшеницы от действия электромагнитных излучений низкой интенсивности естественного происхождения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 100–106.
14. Сборник научных трудов VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – СПб., 2012. – 309 с.
15. Энергоинформационные взаимодействия как основа понимания целостной картины мира / Н. А. Ярославцев, Ю. С. Ларионов, С. М. Приходько, Е. В. Екимов // VI Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Санкт-Петербург, 2–6 июля 2012 г.: сб. научных трудов. – СПб., 2012. – С. 280–281.

16. Александров В. В. Экологическая роль электромагнетизма. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 736 с.
17. Барабанов А. А., Косов А. А., Ярославцев Н. А. Влияние энергетических форм природы на жизнедеятельность человека // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010. – № 1. – С. 91–96.
18. Егоров В. В. Физические поля и излучения организма (на примере человека). Проблемная лекция. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2008. – 64 с.
19. Галль Л. Н. В мире сверхслабых. Нелинейная квантовая биоэнергетика: Новый взгляд на природу жизни. – 2009. – 317 с.
20. Гуревич И. М. Оценка основных информационных характеристик Вселенной // Приложение к журналу «Информационные технологии». – 2008. – № 12. – С. 2–17.
21. Першин С. М. Слабое когерентное излучение ОН и орто-Н₂О мазеров как несущая в биокommunikации: орто-Н₂О, как резонансный сенсор // Человек и электромагнитные поля: сб. докладов III Международной конференции. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2010. – С. 4–12.
22. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 279 с.

Получено 18.08.2015

© Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, 2015

ХРОНИКА

ХРОНИКА СОБЫТИЙ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ СГУГИТ

CHRONICLE OF EVENTS AND MEMORIALS SSUGT

3 июля.

В актовом зале университета состоялся торжественный выпуск вчерашних студентов ИОиОТ, ИКиП и ИГиМ в присутствии их родителей, друзей, представителей выпускающих кафедр, руководства СГУГиТ.

С приветственным словом выступил ректор университета А. П. Карпик и по традиции вручил дипломы с отличием лучшим выпускникам, а также пригласил их к участию в Ассоциации выпускников СГУГиТ.

Выпускников поздравили почетные гости: президент торгово-промышленной палаты г. Новосибирска Ю. И. Бернадский и руководитель управления Росреестра по Новосибирской области С. Е. Рягузова.

Вручение дипломов сопровождало выступление творческих коллективов, конкурс «Мисс выпускница» и запуск воздушных шаров.

7 июля.

В СГУГиТ состоялось торжественное открытие традиционной летней школы для соотечественников из зарубежья.



К занятиям по математике, информатике, физике и русскому языку приступили 38 юных русскоязычных жителей Казахстана. В программе летней школы – экскурсия по Новосибирску, посещение Большого планетария, музея железнодорожной техники и др.

8 июля.

Завершилась двухнедельная обменная геодезическая практика студентов СГУГиТ в Горхи-Тэрэлж – одном из красивейших мест центральной части Монголии. Это уже вторая поездка в соседнюю страну в рамках сотрудничества СГУГиТ с Монгольским государственным университетом наук и технологий.

Российские студенты осваивали полевые и камеральные работы в рамках программы для студентов второго курса, обучающихся по направлениям «Прикладная геодезия» и «Маркшейдерское дело». Практика проходила вместе с монгольскими студентами: совместно изучали работу с теодолитами и тахеометрами, проводили съемку местности, составляли топографический план в масштабе 1 : 500, посещали исторические и природные достопримечательности, ознакомились с устройством монгольской юрты, побывали в старой шахте по добыче хрусталя и совершили однодневный туристический поход по горам в ламаистский монастырь Арьябал, попробовали приготовленные особым способом национальные кушанья. В 2016 г. подобная практика должна пройти в СГУГиТ.



Астрономический десант Планетария при СГУГиТ, преодолев 320 километров, устроил праздник для жителей г. Куйбышева. Праздник проводился совместно с Астрофизическим центром г. Новосибирска при содействии Агентства поддержки молодежных инициатив.

Жители Куйбышева заинтересованно отнеслись к увлекательным лекциям по астрономии в мобильном планетарии, а также познакомились с телескопами и другими оптическими приборами и наблюдали за небесными объектами.



В СГУГиТ состоялся праздник «Большая наука для маленьких детей», организатором которого выступил УНЦ «Планетарий». Программа мероприятия включала в себя научно-познавательную часть с рассказом о различных отраслях науки, приборах и технологиях, а также – интерактивную с конкурсами и призами. Все участники, в том числе школьник из Германии, получили массу положительных эмоций и новые знания об устройстве окружающего мира и деятельности ученых.

Приемная комиссия СГУГиТ разработала порядок проведения конкурса на лучшего абитуриента – 2015, по результатам которого победители получают в День знаний – 1 сентября – памятные подарки: жесткий диск, планшет, ноутбук.

13 июля.

6–12 июля в индийском г. Дехрадун прошла Летняя школа Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS), слушателями которой стали 81 магистр и аспирант из вузов Индии и Непала. В программе школы ISPRS было прочитано три курса, в том числе курс «Методология организации научно-исследовательской деятельности и преподавания» про-



ректора по международному сотрудничеству СГУГиТ, кандидата педагогических наук И. А. Мусихина.

Помимо этого, И. А. Мусихин принял участие в церемониях открытия и закрытия Летней школы ISPRS, вручении сертификатов слушателям, а также ознакомил участников с жизнью и традициями СГУГиТ, рассказал о предстоящем в 2016 г. Международном научном конгрессе и выставке «Интерэкспо ГЕО-Сибирь».

Большинство слушателей высоко оценили лекции и практические занятия, проводимые И. А. Мусихиным, особенно отметив представленные им лекционные приемы, методы работы со слушателями и способы мотивации их к самостоятельной образовательной деятельности.



14 июля.

В Москве прошло совещание по вопросам создания единого информационного пространства в сфере образования и науки с участием представителей вузов, ведущих масс-медиа России, руководства Минобрнауки РФ. На совещании рассматривались актуальные вопросы повышения открытости вузов и научных организаций обществу, взаимодействия со СМИ и разработки соответствующих рекомендаций. Участие в совещании принял проректор по общим и правовым вопросам СГУГиТ А. В. Ардеев.

18 июля.

Юбилей отмечает Галина Георгиевна Шалмина, доктор географических наук, профессор кафедры экономической теории СИБГУТИ (г. Новосибирск), действительный член Российской Экологической академии, известный специалист в области территориальной экономики и управления, оценки природных ресурсов, автор таких известных работ, как «Территориальные основы государственного управления» (2003); «Предпроектное обоснование прогнозирования экономики» (2010); «Основы экологического менеджмента» (2002); «Основы стратегии развития регионов России» (1999), ставших научно-методической основой подготовки специалистов, включая СГГА–СГУГиТ.

23 июля.

В Новосибирске прошел автопробег «Трезвый взгляд на свое будущее», организованный СГУГиТ совместно с городским отделом ГИБДД. Автомобили и мотоциклы с флагами и наклейками проехали по главным улицам города. Целью автопробега было привлечение внимания горожан к культуре поведения на дорогах и за рулем. Идею учащихся поддержал ректор СГУГиТ Александр Петрович Карпик. Автопробег стартовал в 19 часов в присутствии и. о. начальника отдела ГИБДД Е. В. Маслюк. Дорожно-патрульной службой было организовано сопровождение колонны автомобилей и мотоциклов.



24 июля.

23-24 июля в университете прошло рабочее совещание представителей картографо-геодезической отрасли Республики Казахстан и СГУГиТ.

В составе делегации гостей – заместитель директора предприятия «КазГеодезия» Р. А. Койшубаева, заместитель директора Центра высокоточной спутниковой навигации А. Б. Айнакулов, советник генерального директора Государственного научно-производственного центра земельных ресурсов и землеустройства (ГосНПЦзем) Д. Б. Тажединов, заведующий лабораторией Института космической техники и технологий Д. И. Еремин. Примечательно, что А. Б. Айнакулов и Р. А. Койшубаева – выпускники НИИГАиК (так до 1994 г. назывался СГУГиТ), закончившие вуз в 1976 и 1991 г. соответственно.

Основная повестка совещания – опыт СГУГиТ в создании в Новосибирской области сети базовых станций ГЛОНАСС, уточнении границ муниципальных образований, 3D-лазерном сканировании и создании трехмерных моделей для нужд строительной и транспортной отраслей.

Члены делегации посетили подразделения СГУГиТ: Региональный центр лазерного сканирования, музей геодезического оборудования, Планетарий и лаборатории университета.

В ходе переговоров с руководством СГУГиТ рассматривались перспективы и варианты долгосрочного сотрудничества университета с геодезистами из Казахстана.

В СГУГиТ завершила работу вторая Летняя школа кадастровых инженеров. В течение семи недель студенты направления «Землеустройство и кадастры» обновили и закрепили на практике теоретические знания в области проведения кадастровых работ. Задания в Летней школе носили производственный характер и были связаны с подготовкой кадастровых документов о границах населенных пунктов, территориальных, охранных и защитных зонах, особенностями подготовки межевых и технических планов.

Результаты работ, выполненные бригадами студентов, оценивала аттестационная комиссия. В роли преподавателей-тренеров выступали действующие кадастровые инженеры, юристы, представители органов власти.

28 июля.

Впервые студенты СГУГиТ приняли участие в международном молодежном форуме – территории инициативной молодежи «Бирюса».

Максим Алексеев представил концепцию «Чистое небо», подразумевающую улучшение городской среды в г. Новосибирске. Анастасия Бурачкова представила проект «Стирающая границы», ориентированный на студентов, стремящихся посетить другие города, прожить каждый день новыми впечатлениями, а также получить опыт по совершенствованию студенческого самоуправления.

В рамках образовательной программы форума студенты получили навыки документального оформления проектов, презентации идеи и ее воплощения в жизнь.

29 июля.

В СГУГиТ состоялась встреча – обсуждение перспектив развития прикладной магистратуры по направлению «Геодезия и дистанционное зондирование» специалистами профильных кафедр и производственных организаций г. Новосибирска.

Представители производства положительно оценили деятельность СГУГиТ в данной области и отметили необходимость дальнейшего совершенствования практической подготовки в ряде конкретных областей, обеспечивающих востребованность будущих магистров в реальном секторе экономики, а также возможность профильных стажировок для специалистов университета с последующим обсуждением их результатов.

Обсуждаемые перспективы взаимодействия – только часть сотрудничества СГУГиТ с промышленными предприятиями г. Новосибирска, Новосибирской области, Сибирского федерального округа. Хорошим примером является взаимодействие университета с ОАО «Швабе – Приборы» и ОАО «Швабе – Оборона и Защита», на которых в ноябре 2014 г. были открыты филиалы двух специальных кафедр, определивших перспективы получения необходимых профессиональных компетенций, будущих рабочих мест и возможностей самореализации.

31 июля.

Специалисты Планетария при СГУГиТ представили программу астрономических наблюдений на август 2015 г. Ежегодно в августе любители астрономии готовятся к наблюдению одного из самых известных метеорных потоков – Персеиды. Его максимум в этом году ожидается 13 августа в 13:00 по новосибирскому времени (7:00 по всемирному времени).

Максимальное число метеорного потока более 50 частиц в час. Метеорный поток Персеиды образуется в результате прохождения Земли через шлейф пылевых частиц, выпущенных кометой 109P/Свифта-Туттля. Наша планета входит в него ежегодно с 17 июля до 24 августа.

В течение 2015–2017 гг. рядом с Землей будет проходить участок шлейфа потока Персеид, возмущенный гравитационным влиянием Юпитера и сдвинутый им ближе к земной орбите. В этот период следует ожидать повышенную активность потока, который может достигнуть 120 метеоров в час. Наибольшее влияние гравитации Юпитера придется на 2016 г.

Преподаватели СГУГиТ П. М. Кикин и А. А. Колесников в составе новосибирской делегации приняли участие в серии образовательных семинаров, мастер-классов и тренингов, посвященных развитию IT-отрасли, в форуме «Территория смыслов на Клязьме». В конкурсе «Конвейер проектов» ими были представлены справочно-коммуникационное мобильное приложение для информационного обеспечения участников форумов, а также серия курсов по открытым ГИС в рамках участия в международном движении, проходящем под девизом Geo for all. Указанные проекты получили положительную оценку, а его авторы – именные сертификаты.





В СГУГиТ реализован проект по нанесению QR-кодов на информационные таблички аудиторий и кабинетов. Теперь, используя мобильный телефон с установленной программой декодирования, можно получить справочную информацию о структурном подразделении и его сотрудниках.

Проект является частью информационной системы СГУГиТ.

1 августа.

Неофициальный день рождения Сибирского государственного университета геосистем и технологий, созданного в далеком 1932 г. как Сибирский геодезический институт в г. Омске. Фактически институт стал работать с 1 августа 1932 г.: с этой даты приступил к обязанностям директора института В. С. Панков, был объявлен и осуществлен прием абитуриентов, с 1 октября начались учебные занятия. Официальное утверждение вуза правительством состоялось позднее – 28 февраля 1933 г., эта дата и стала официальным днем рождения нашего вуза с его первым и последующими названиями: СГИ (1933) – НИИГАиК (1939) – СГГА (1994) – СГУГиТ (2014).

Следует вспомнить один из сложнейших периодов в жизни СГУГиТ: лето 1934 г. – весна 1939 г., когда СГИ был включен в качестве астрономо-геодезического факультета в Новосибирский строительный институт (СИБСТРИН), ныне Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет.

Главное управление геодезии и картографии (ГУГК) страны в сложные предвоенные годы, тем не менее, отстояло необходимость существования самостоятельного геодезического вуза в Сибири, что и случилось с его воссозданием в 1939 г. как Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Так началась и вот уже более 80 лет успешно развивается история жизни нашего вуза.

4 августа.

В СГУГиТ специалисты профильных кафедр и представители Объединения кадастровых инженеров обсудили перспективы развития магистерской подготовки по направлению «Землеустройство и кадастры». Для обсуждения были представлены программы Института кадастра и природопользования университета, включавшие производственные практики на предприятиях реального сектора экономики. В текущем году определен ряд компаний и подписаны соответствующие договоры.

В ходе обсуждения ректор университета А. П. Карпик высказал идею усиления новых форм и механизмов образовательного процесса, в том числе были упомянуты вебинары, которые можно проводить как с российскими, так и зарубежными специалистами самых разных ведомств, включая органы власти, де-

путатский корпус, представителей профессиональных сообществ кадастровых инженеров.

Главное здесь – работа на конкретный результат: магистранты СГУГиТ должны получить высокий уровень знаний и умений с возможностью оперативной адаптации к полноценной трудовой деятельности.

Практика подобных рабочих встреч специалистов СГУГиТ с представителями компаний и ведомств будет продолжена. В перспективе – оптимизация программ подготовки бакалавров, которые должны получить самые передовые методики и технологии обучения.

5 августа.

Из Крыма вернулись студенты СГУГиТ Вячеслав Терещенко (гр. ПГ-41) и Максим Никитин (гр. ПГ-21), Иван Савостеев и Сергей Заречный (НТГК), участвовавшие в образовательном проекте «Экспедиция CREDO» и ставшие исполнителями геодезических работ по обеспечению археологических раскопок на месте древнего города Китей, расположенного близ Керчи. Студенты выполнили разнообразные геодезические работы, создав координатную основу сантиметровой точности для будущих археологических исследований сотрудников петербургского Эрмитажа.

Задача экспедиции – помочь активным молодым людям в приобретении нужных для будущей профессии знаний и умений, направленных на сохранение мирового культурного наследия. Студенты СГУГиТ стали участниками экспедиции после жесткого конкурса – шесть человек на место – и успешно справились с экспедиционными задачами.

В планах СГУГиТ на 2016 г. – формирование отдельной бригады студентов-геодезистов для участия в сопровождении археологических работ.



10 августа.

Новый набор 2015 г. в СГУГиТ проведен в соответствии с контрольными цифрами приема Минобрнауки РФ:

- очная форма обучения, включая магистратуру – 576 мест;
- заочная форма – 99 мест;
- очно-заочная форма – 20 мест.

В результате конкурсного отбора абитуриентов на 1-й курс специальностей/направлений высшего образования в университет зачислено (человек):

– на очную форму обучения:

- на бюджетной основе – 576;
- на договорной основе – 50;

– на заочную форму обучения – прием продолжается;

– на очно-заочную форму (бюджет) – 21.

В магистратуру на очную форму обучения (бюджет) зачислено 164 человека, на внебюджет – 14 человек.

В связи с включением в Порядок приема пункта, регламентирующего учет индивидуальных достижений абитуриентов, было зачислено 39 человек.

В 2015 году в университет на очную форму было подано 5 219 заявлений абитуриентов, на очно-заочную форму – 153 заявления.

Прием на первый курс очной формы иностранцев составил 146 человек (в 2014 г. – 95 человек).

В 2015 г. Рособрандзор разделил ЕГЭ по математике на базовый и профильный уровень, в связи с этим сократилось число учащихся, выбравших профильный экзамен по математике, что привело к сокращению численности абитуриентов, желающих поступить в СГУГиТ.

Средний балл абитуриентов СГУГиТ по результатам ЕГЭ составил 63 балла по общему конкурсу.

12 августа.

65 лет со дня рождения Виктора Бруновича Шлишевского, известного специалиста в области разработки высокоинформативной спектральной и оптико-электронной аппаратуры, доктора технических наук, профессора кафедры наносистем и оптоэлектроники, научного руководителя и начальника научно-исследовательской лаборатории перспективных оптико-электронных систем и технологий Сибирского государственного университета геосистем и технологий.

В. Б. Шлишевский успешно сочетает научно-педагогическую работу с производственной: в 1990-92 гг. – научный сотрудник ЯрНИИ перспективных технологий Минсельхоза РФ, 1997–2004 гг. – заведующий кафедрой оптических приборов СГГА, 2004–2008 гг. – заместитель директора КТИПМ СО РАН по научной работе, 2008–2013 гг. – профессор кафедры фотограмметрии и ДЗЗ СГГА, в настоящее время – профессор указанной выше кафедры. В. Б. Шлишевский – автор 200 научных работ, член редколлегии журналов «Известия вузов. Приборостроение», «Вестник СГУГиТ», председатель диссертационных совета Д 212.25/01 в 2013–2015 гг. Имеет ведомственные награды, медаль С. Э. Фриша оптического общества им. Д. С. Рождественского.

14 августа.

Из Санкт-Петербурга вернулась группа студентов Института кадастра и природопользования СГУГиТ, выигравшая эту недельную поездку по результатам музыкального конкурса «Хоровой бой».

Студенты посетили Царское село, Эрмитаж, Петергоф и другие достопримечательности Санкт-Петербурга, стали участниками ночной экскурсии с осмотром разведения мостов, вернулись вдохновленными культурой и историей Санкт-Петербурга.



19 августа.

В России появятся 150 «опорных» вузов, готовящих специалистов для высокотехнологичных, инновационных и наукоемких областей экономики. Детали данной программы прорабатываются в Минобрнауки РФ. Но уже ясно, что это новая группа отечественных вузов, которая будет создаваться на основе объединения университетов разных ведомств. В ходе продолжающихся преобразований общая численность студентов, обучающихся в ведущих и создаваемых «опорных» вузах, должна составить не менее 50 %. Минобрнауки напоминает, что к 2020 г. число молодых людей в возрасте 17–30 лет станет на 30 % меньше, чем в 2013 г. (по материалам СМИ).

20 августа.

С 14 по 20 августа преподаватели кафедры управления бизнес-процессами СГУГиТ О. И. Калюжная, Т. А. Самойлюк и В. А. Юрлова в составе делегации Новосибирской области участвовали в работе Всероссийского молодежного образовательного форума «Территория смыслов на Клязьме».

В ходе образовательной программы состоялись встречи и дискуссии с представителями государственных органов власти, чья деятельность непосредственно связана с направлением «Молодые ученые и преподаватели экономических наук». Среди гостей Форума были: первый заместитель председателя правительства РФ И. И. Шувалов, помощник президента РФ А. Р. Белоусов, председа-



тель комитета Госдумы РФ по бюджету и налогам А. М. Макаров, уполномоченный при Президенте РФ по защите прав предпринимателей, председатель Общероссийской общественной организации «Деловая Россия» Б. Ю. Титов и другие.

Все участники Всероссийского молодежного образовательного форума «Территория смыслов на Клязьме» по итогам работы смены получили сертификаты.

21 августа.

В период с 16 по 21 августа в Московском государственном университете геодезии и картографии состоялся VI Международный летний студенческий семинар «ГЕОМИР».



В ходе семинара доктор Анна Брук и ее ассистент Гил Джолад провели для слушателей теоретические и практические занятия по «Компьютерному зрению». В течение 5 дней участники семинара работали над проектами по применению данных дистанционного зондирования (спектрозональные аэрофотоснимки) для автоматического определения изменений городской территории, степени солености водных бассейнов и классификации открытых угольных карьеров.

От СГУГиТ в работе семинара приняли участие аспиранты Лысых Д., Трифанов А., Егоров А. и студенты Калинин С., Маслаков Д.

От СГУГиТ в работе семинара приняли участие аспиранты Лысых Д., Трифанов А., Егоров А. и студенты Калинин С., Маслаков Д.



В последний день семинара его участники защищали результаты проектной деятельности. Отборочной комиссией семинара в составе профессора А. Пелед (ISPRS), доктора А. Брук (Университет Хайфы) и проректора по международному сотрудничеству И. А. Мусихина (СГУГиТ) были выбраны и отмечены наиболее активные и успешные представители проектных команд, которым профессор Пелед

вручил ценные подарки от ISPRS. Среди награжденных участников – аспирант СГУГиТ Трифанов А.

По результатам проведенных переговоров принято решение о проведении семинара «ГЕОМИР» в августе 2016 г. в Университете Тунцзи в г. Шанхай, где планируется организовать работу двух параллельных курсов, одним из которых станет «Мобильное картографирование».

28 августа.

СГУГиТ посетил первый заместитель председателя комитета по образованию Госдумы России О. Н. Смолин. Главной темой беседы стало обсуждение перспектив развития высшего образования в России. Олег Николаевич представил свое видение системных проблем в этой сфере и обозначил возможные пути их устранения. Высокий гость ответил на вопросы участников встречи по различным аспектам жизни высшей школы и ее роли в современном российском обществе. В завершение встречи он поздравил преподавателей университета с наступающим новым учебным годом и Днем знаний.



31 августа.

Лучшие студенты СГУГиТ с 25 по 31 августа побывали в столице Зимних Олимпийских игр 2014 г. Сочи. Студенты провели незабываемые дни на берегу Черного моря, посетили знаменитую Олимпийскую деревню, Красную Поляну, ознакомились с олимпийскими объектами и достопримечательностями, получили много положительных эмоций.



1 сентября.

Коллектив студентов и преподавателей СГУГиТ торжественно отметил День знаний в Доме культуры железнодорожников. Коллектив поздравили мэр г. Новосибирска А. Е. Локоть, главный федеральный инспектор в Новосибирской области В. М. Головкин. Поздравительная телеграмма пришла от А. А. Карелина, депутата Государственной Думы РФ, выдающегося спортсмена, Героя Российской Федерации. Первокурсникам, набравшим по результатам ЕГЭ 195 баллов и выше, вручили памятные подарки, в том числе три планшета Apple iPad. В завершение праздника первокурсники запустили 600 воздушных шаров.



2 сентября.

В СГУГиТ состоялось выездное совещание под председательством Первого заместителя Губернатора Новосибирской области А. К. Соболева. На встрече ректор СГУГиТ А. П. Карпик доложил о потенциальных возможностях университета в решении задач предупреждения и ликвидации последствий стихийных бедствий и возникновения чрезвычайных ситуаций в области. По результатам обсуждения вопроса было принято решение о создании рабочей группы по разработке технического задания на проект ГИС ЧС по моделированию и предотвращению паводковых ситуаций в Новосибирской области.



и ликвидации последствий стихийных бедствий и возникновения чрезвычайных ситуаций в области. По результатам обсуждения вопроса было принято решение о создании рабочей группы по разработке технического задания на проект ГИС ЧС по моделированию и предотвращению паводковых ситуаций в Новосибирской области.

12 сентября.

На площади Ленина состоялся Сибирский фестиваль бега с забегами на дистанции 1 500 и 3 600 метров, а также традиционный XVIII Новосибирский полумарафон Александра Раевича. Спортсмены СГУГиТ приняли активное участие в фестивале и успешно завершили полумарафонскую дистанцию – 21 097,5 м. Лучший результат показала Александра Каланова (7-е место, 1:18:13 ч). Среди мужчин отличились Антон Глушков и Антон Фарафонов (38-е место, 1:21:46 ч).



В июле-сентябре 2015 г. свои юбилеи отметили сотрудники и ветераны университета:

Бердников Юрий Васильевич
Баева Татьяна Павловна
Гаврилов Юрий Васильевич
Гатальская Тамара Васильевна
Гладышев Геннадий Васильевич
Евсеева Елена Александровна
Козачек Зоя Михайловна
Кузнецова Валентина Антоновна
Кунцова Елизавета Филипповна
Морковина Интерна Николаевна
Огнева Тамара Григорьевна

Полякова Лора Теодоровна
Сараева Светлана Григорьевна
Ушаков Олег Кузьмич
Якунина Анна Митрофановна

От всей души поздравляем юбиляров и желаем крепкого здоровья, благополучия и успехов во всех начинаниях!

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ANNIVERSARIES

К 110-летию со дня рождения первого ректора НИИГАиК, профессора Афанасия Ильича Агроскина (1905–1990)



Афанасий Ильич родился 22 июня 1905 г. в городе Горки Могилевской губернии (Белоруссия), в семье служащего. До 1920 г. учился в трудовой школе, с пятнадцати лет началась трудовая деятельность А. И. Агроскина в Горецкой лесной конторе, где он работал статистом. По специальности А. И. Агроскин начал работать с 1922 г., будучи студентом землемерно-таксаторских курсов при Горецком сельскохозяйственном институте, которые закончил в 1923 г. В 1924 г. поступил на землеустроительный факультет Горецкого института. В 1927 г. старший брат Афанасия Ильича приглашается в Сибирскую сельскохозяйственную академию для научной деятельности, и вся семья переезжает в Омск. Афанасий Ильич был переведен на 3-й курс академии, которую окончил в 1929 г.

с присвоением квалификации «инженер-землеустроитель». Следует отметить, что во время обучения Афанасий Ильич работал в производственных организациях в качестве руководителя геодезических работ, начальника партии. Работа по специальности не прекращалась на протяжении всего периода обучения.

По окончании института в 1929 г. А. И. Агроскин был направлен в качестве ревизора геодезических работ в Красноярское переселенческое управление. После ликвидации этого учреждения в 1930 г. А. И. Агроскин начинает преподавательскую работу в Красноярском топографическом техникуме, занимает должность заведующего учебной частью, ведет курс геодезии на старших курсах.

В 1933 г. Афанасий Ильич был приглашен в Сибирский астрономо-геодезический институт (САГИ) и был зачислен ассистентом на кафедру высшей геодезии. В 1934 г. САГИ объединяется с Новосибирским строительным институтом (НСИ) и Афанасий Ильич переводится в этот институт на должность старшего преподавателя кафедры высшей геодезии.

С 1934 по 1940 г. А. И. Агроскин вел самостоятельные курсы высшей геодезии, математической картографии, способа наименьших квадратов, руководил дипломными работами студентов, заведовал лабораторией кафедры по исследованию высокоточных геодезических инструментов. В этот же период вы-

ступал в качестве консультанта по производству геодезических работ в Омской триангуляционной конторе, в Новосибирском Геоплантресте и Запсибзолото.

В 1939 г. А. И. Агроскин назначен директором вновь открытого Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (НИИГАиК) и продолжил педагогическую работу на кафедре высшей геодезии. В январе 1940 г. А. И. Агроскин вступает в ряды Коммунистической партии. В мае 1941 г. Афанасий Ильич направлен на курсы усовершенствования начсостава в Ленинград, а уже в середине июля был направлен в действующую армию в качестве инженера 64-го геодезического отряда. Занимался ступением опорной сети для обеспечения геодезическими данными артиллерии и выполнял другие виды топографических работ. С сентября 1942 г. проходил службу в отделе ВТС Волховского фронта. Характеризуется как в высшей степени выдержанный, тактичный, отлично воспитанный офицер, старательный и трудолюбивый. В 1943 г. А. И. Агроскин был направлен на Прибалтийский фронт, где с 1944 г. проходил службу в должности начальника топографического отдела штаба 3-й Ударной Армии. В составе этой армии Афанасий Ильич прошел славный боевой путь, участвовал в освобождении Польши, Германии. Афанасий Ильич проделал большую работу по обеспечению войск топографическими картами и графическими документами в период подготовки и проведения Берлинской операции.

В феврале 1946 г. А.И. Агроскин был демобилизован из рядов Советской Армии по ходатайству ГУГК МВД и вновь назначен директором НИИГАиК, а в июне того же года ему было присвоено звание доцента. В 1949 г. им закончена и сдана к защите диссертационная работа на тему «Выгоднейшее распределение весов измерений в базисных сетях». В апреле 1951 г. по личной просьбе Афанасий Ильич был освобожден от должности директора и перешел на преподавательскую работу. В мае 1951 г. А. И. Агроскин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С этого времени заведовал кафедрой геодезии, а с 1954 г., кроме того, являлся деканом геодезического факультета.

В 1955-57 гг. А. И. Агроскин находился в заграничной командировке в КНР, где им был прочитан большой и весьма ответственный курс высшей геодезии для профессорско-преподавательского состава Уханьского института геодезии и картографии. Изданные в КНР четыре тома его лекций охватывают наиболее значимые разделы геодезической науки в области построения государственных опорных геодезических сетей: полигонометрии, триангуляции, нивелирования всех классов, а также вопросы уравнивания результатов высокоточных наблюдений.

В мае 1958 г. А. И. Агроскин был единогласно избран Советом института на должность профессора, заведующего кафедрой геодезии и в июне того же года был утвержден. В 1963 г. высшая аттестационная комиссия министерства высшего и среднего специального образования СССР утвердила А. И. Агроскина в ученном звании профессора.

В 1960 г. А. И. Агроскиным был опубликован разработанный им способ уравнивания обширных триангуляций. Этот способ расчленения уравниваемого объекта на блоки наряду со значительным сокращением объема вычислений обеспечивает большую строгость решения задачи и позволяет осуществлять оценку точности результатов уравнивания обычными приемами способа наименьших квадратов.

А. И. Агроскин обладал глубокими теоретическими знаниями, отличной методикой преподавания и большими организаторским и педагогическим опытом. Какие бы посты ни занимал Афанасий Ильич – всюду он оставался прекрасным педагогом, умелым воспитателем молодежи. Требовательность к себе и товарищам, принципиальность сочетались с чуткостью, добротой и отзывчивостью. Его лекции отличались высоким научным уровнем, отличной методической разработкой, ясностью и понятностью.

Афанасий Ильич принимал активное участие в общественно-политической жизни. Так, во время войны он был парторгом отдела ВТС, с 1948 по 1951 г. был членом Ипподромского райкома КПСС г. Новосибирска, с 1949 по 1953 г. – депутатом райсовета, с 1947 по 1956 гг. членом партбюро института, а в 1979 г. закончил вечерний университет марксизма-ленинизма.

А. И. Агроскин был высокоэрудированным, талантливым ученым и педагогом, прекрасно знающим геодезическое производство. За многолетний период творческой, научно-педагогической деятельности им опубликовано более 30 научных трудов.

Родина высоко оценила заслуги Афанасия Ильича Агроскина. В годы Великой Отечественной войны он награжден орденами Отечественной войны I и II степени (1945 г.), медалями: за боевые заслуги (1943), за оборону Ленинграда, за освобождение Варшавы, за взятие Берлина, за Победу над Германией. В 1953 г. и в 1983 г. за заслуги в подготовке квалифицированных специалистов и большую научную работу А. И. Агроскин награжден орденами «Знак Почета».

На вопросы: «Какие качества в человеке считаете главными в трудные периоды жизни?» и «Каково ваше мнение о современной молодежи?» – Афанасий Ильич отвечал:

1. «Высокое сознание своего долга перед советским народом. Готовность отдать себя этому делу целиком, отдать свою жизнь, если потребуется».

2. «Я горжусь нашей молодежью. Она – достойная смена нам. Я был глубоко взволнован, узнав о лозунге молодежи – "Работать за себя и за того парня". Это свойственно только нашей, советской молодежи».

Афанасий Ильич вошел в историю как первый директор (ректор) Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии, как талантливый геодезист, военный топограф и опытный педагог. В памяти своих коллег и студентов А. И. Агроскин остался активным научным и общественным деятелем, добрым и отзывчивым преподавателем.

Имя А. И. Агроскина, как и его деятельность, отражены в целом ряде источников, в том числе Энциклопедии «Новосибирск» (1993), справочных изданиях НИИГАиК–СГГА–СГУГиТ, в исторических трудах профессора НИИГАиК–СГГА Г. Н. Тетерина, в том числе в его биографическом и хронологическом справочнике «Геодезия, картография – двадцатый век», том 2, 2012 г. (соавтор М. Л. Синянская).

Материал для данной статьи собран и систематизирован инженером А. В. Никоновым в процессе подготовки кандидатской диссертации на кафедре инженерной геодезии и маркшейдерии.

Редакционная коллегия журнала «Вестник СГУГиТ»