



ISSN 2223-0831, Свидетельство Роскомнадзора Эл№Фс77-44805 от 29.04.2011

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

# "НАУКИ О ЗЕМЛЕ"

INTERNATIONAL SCIENTIFIC, TECHNICAL  
AND INDUSTRIAL ELECTRONIC JOURNAL  
"GEO SCIENCE"

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

**№ 02 - 2011**

## В НОМЕРЕ

ГЕЛИОГЕОТЕКТОНИКА  
(мультимедийная статья)

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ  
МОДЕЛИ ГЕОИДА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ПОЛИГОНОМЕТРИИ  
ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ

АДВЕКТИВНЫЙ ПОТОК ТЕПЛА  
В САРГАССОВОМ МОРЕ

СОЗДАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ ПО  
ДАННЫМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
ГЕОРЕФЕРЕНЦИЯ

50 ЛЕТ АГРАРНОМУ  
ФАКУЛЬТЕТУ РУДН  
(Заметки студента)

ПАМЯТИ А.Б. БЕЛИКОВА

Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле» (International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science») является периодическим электронным изданием, цель которого публикация статей ученых и специалистов, занимающихся изучением широкого круга проблем, объединенных общим объектом исследования – Землей. Выходит 4 раза в год

Свидетельство Роскомнадзора Эл№Фс77-44805 от 29.04.2011

ISSN: 2223-0831, Журнал включен в Российский индекс научного цитирования

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

д.т.н., проф. Баранов Владимир Николаевич / Baranov Vladimir N.  
д.т.н., проф. Батраков Юрий Григорьевич / Batrakov Yuriy G.  
к.т.н., доц. Гаврилова Лариса Анатольевна / Gavrilova Larisa A.  
академик РАН, НАНБ, д.г.-м.н., проф. Гарецкий Радим Гаврилович / Garetsky Radim G.  
к.т.н., гл.ред. Докукин Петр Александрович / Dokukin Petr A.  
к.г.-м.н., с.н.с. Докукина Ксения Александровна / Dokukina Ksenia A.  
д.т.н., проф. Карпик Александр Петрович / Karpik Alexandr P.  
д.т.н., г.н.с. Кафтан Владимир Иванович / Kaftan Vladimir I.  
д.э.н., проф. Косинский Владимир Васильевич / Kosinskij Vladimir V.  
к.т.н., проф. Левин Евгений / Levin Eugene  
д.т.н., проф. Малинников Василий Александрович Malinnikov Vasily A.  
д.с.-х.н., проф. Нагорный Виктор Дмитриевич / Nagorny Victor D.  
д.т.н., проф. Певнев Анатолий Кузьмич / Pevnev Anatoly K.  
д.с.-х.н., проф. Плюшиков Вадим Геннадьевич / Plushikov Vadim G.  
д.т.н., проф., Рязанцев Геннадий Евгеньевич / Ryazancev Gennady E.  
член-корр. РАН, д.т.н., проф. Савиных Виктор Петрович / Savinykh Victor P.  
д.т.н., проф. Татевян Сурия Керимовна / Tatevian Suriya K.  
д.ф.-м.н., проф. Харченко Сергей Григорьевич / Kharchenko Sergey G.  
к.э.н., проф. Чепурин Евгений Михайлович / Chepurin Eugene M.  
к.т.н., проф. Юзефович Александр Павлович / Yuzefovith Alexandr P.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Докукин Петр Александрович / Dokukin Petr A.  
Поддубский Антон Александрович / Poddubsky Anton A.  
Поддубская Ольга Николаевна / Poddubsky Olga N.  
Комков Дмитрий Сергеевич / Komkov Dmitry S.

**Главный редактор:** Докукин Петр Александрович [dokukin@geo-science.ru](mailto:dokukin@geo-science.ru)

**Шеф-редактор:** Поддубский Антон Александрович [poddubsky@geo-science.ru](mailto:poddubsky@geo-science.ru)

**Редактор международного отдела:** Поддубская Ольга Николаевна

**Учредитель (издатель):** ООО «ГеоДозор», Россия, Москва, 109129, а/я 39

**Генеральный директор:** Семисчастнов Олег Ярославович

**Почтовый адрес учредителя/редакции:** Россия, Москва, 109129, а/я 39

Russia, Moscow, index 109129, PoBOX 39

**Электронный адрес:** <http://geo-science.ru>

**Электронная почта:** [jornal@geo-science.ru](mailto:jornal@geo-science.ru)

**Страница «В Контакте»:** <http://vkontakte.ru/geoscience>

**Страница на Facebook:** <https://www.facebook.com/pages/edit/?id=297004870315291>

В оформлении выпуска использована фотография горного Крыма (авт. Докукина К.А.)

**СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS****Геология и геотектоника / Geology and geotectonics**

<i>Комитов Б.</i> Гелиогеотектоника / <i>Komitov B.</i> Heliogeotectonics.....	5
--	---

**Геодезия / Geodesy**

<i>Зайцев А.К.</i> Проектирование полигонометрического хода заданной точности / <i>Zaitsev A.K.</i> Design of the specified accuracy polygonometric.....	7
<i>Докукин П.А.</i> Результаты научных исследований на научно-учебной базе «Горное» Государственного университета по землеустройству / <i>Dokukin P.A.</i> Research work on scientific and educational base «Gornoe» of the State University of Land Use Planning.....	14
<i>Сальников П.А.</i> Разработка методики высокоточного геометрического нивелирования / <i>Salnilov P.A.</i> A method for highly accurate geometrical leveling.....	28
<i>Кроличенко О.В.</i> Методы наблюдения за деформациями оснований и сооружений / <i>Krolichenko O.V.</i> Methods of supervision over deformations of the bases and constructions.....	35

**Теоретическая геодезия и гравиметрия / Theoretical Geodesy and gravimetry**

<i>Баранов В.Н., Королевич В.В.</i> Пример оценки точности модели EGM 2008 по астрономо-геодезическим данным / <i>Baranov V.N., Korolevich V.V.</i> An example of estimating the accuracy of the model EGM 2008 to astronomical and geodetic data.....	39
--	----

**Фотограмметрия и дистанционное зондирование / Photogrammetry and remote sensing**

<i>Цветков В.Я.</i> Линейная фотограмметрическая засечка / <i>Tsvetkov V.Ya.</i> Linear photogrammetry an intersection.....	44
<i>Варварина Е.А.</i> Опыт создания ортофотопланов с использованием данных воздушного лазерного сканирования на линейный объект / <i>Varvarina E.A.</i> Creation experience orthophotoplans with use of the data of air laser scanning on linear object.....	47

**Океанография / Oceanography**

<i>Климчук Е.И.</i> Адвективный поток тепла в Саргассовом море (станция BATS) / <i>Klimchuk E.I.</i> Advective heat flux at the BATS site (Sargasso sea).....	51
---	----

**Геоинформатика / Geoinformatis**

<i>Цветков В.Я.</i> Геореференция как инструмент анализа и получения знаний / <i>Tsvetkov V.Ya.</i> Georeferencing as the analysis and knowledge tool.....	63
--	----

**Землеустройство и кадастры / Land use planning and cadastre**

- Косинский В.В., Тетерюков Е.В.* Роль землеустройства в осуществлении Столыпинской аграрной реформы / *Kosinskij V.V., Teturukov E.V.* The role of land management in the implementation of the Stolypin's agrarian reform..... 68

**Точное земледелие, почвоведение и мелиорация / Precision agriculture, soil science and melioration**

- Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Самброс Н.Б.* Методика расчета оптимального водного режима мелиорируемых почв на основе учета гидрометеорологической информации / *Muromtsev N.A., Semenov N.A., Shuravilin A.V., Sambros N.B.* Design procedure of the optimum water mode of reclaimed soils on the basis of the account of the hydrometeorological information..... 73
- Нагорный В.Д.* Месопотамия: от плодородных долин до деградированных земель (корни причин и способы реабилитации земель) / *Nagorny V.D.* Mesopotamia: from fertile valleys to degraded land. roots of degradation and ways to rehabilitation..... 78

**Люди Науки о Земле / Persons of Geo Sciences**

- Грачев И.А.* Памяти Александра Борисовича Беликова / *Grachev I.A. Alexandr Belikov: In Memory*..... 86

**Новости высших учебных заведений**

- Самброс А.П., Касьяник Е.И.* Заметки студента к 50-летию Аграрного факультета Российского университета дружбы народов / *Sambros A.P., Kasianik E.I.* Student notes to the 50th Anniversary of the Agricultural faculty of Russian Peoples' Friendship University..... 90

**С Юбилеем / Congratulations on Your Anniversary**

- 75 лет Альберту Гамзатовичу Юнусову / *Albert Unusov's 75th Anniversary*..... 95
- 65 лет Михаилу Даниловичу Герасименко / *Mikhail Gerasimenko's 65th Anniversary*..... 96
- 60 лет Николаю Алексеевичу Попову / *Nikolay Popov's 60th Anniversary*..... 97

**Память / In memory**

- Малявский Борис Кириллович (некролог) / Boris Malyavsky (Obituary)*..... 100

## ГЕЛИОГЕОТЕКТОНИКА

## HELIOGEOTECTONICS

**Комитов Борис / Boris Komitov**

Доктор по физики, старший научный сотрудник Институт астрономии Болгарской академии наук / PhD of physics (and Associate Professor (since 2003) of the Institute of Astronomy of Bulgarian Academy of Sciences

e-mail: [jornal@geo-science.ru](mailto:jornal@geo-science.ru)

**Аннотация.** Предмет настоящей работы – возможные триггерные механизмы возбуждения солнечно-геомагнитной природы для части из тектонических явлений Земли (землетрясения и вулканические извержения). Приведены факты, которые указывают на то, что некоторые из самых значимых тектонических событий последних десятилетий четко коррелируют по времени с активными вспышечными процессами на Солнце и связанными с ними геомагнитными бурями. В качестве пример рассмотрены сильнейшее в XX-ом веке извержение вулкана Пинатубо в 1991-ом году и катастрофическое японское землетрясение 11-ого марта 2011 года. Специальный анализ сделан для извержения Пинатубо, где солнечно-геомагнитный триггерный эффект выявляется даже в отдельных фазах возбуждения вулкана. Также обсуждаются возможные физические механизмы возникновения солнечно-геомагнитных триггерных воздействий на земную тектонику.

**Ключевые слова:** Солнце, Земля, тектонические явления, землетрясение, вулканические извержения

**Abstract.** The possible trigger mechanisms by solar-geomagnetic origin for excitation of part of terrestrial tectonics events (earthquakes and volcanic eruptions) are subject of the present study. Evidences, that some of the most significant tectonic events during last decades are close correlated with solar eruptive processes and corresponding geomagnetic storms, are given. The most powerful eruption in 20<sup>th</sup> century of the Pinatubo volcano in 1991 as well as the catastrophic Japan's earthquake in 2011, March 11 are considered as examples. A detailed analysis over the Pinatubo eruption, where the solar-geomagnetic trigger effect even in the separated phases of volcanic eruption is clear visible, has been provided. The possible physical mechanisms for generation of solar-geomagnetic trigger forcing over Earth tectonics are discussed too.

**Keywords:** Sol, Earth, tectonics, earthquakes, volcano.

Данная статья открывает серию мультимедийных публикаций в нашем электронном журнале. Электронный адрес статьи: [http://geo-science.ru/?page\\_id=405](http://geo-science.ru/?page_id=405)

**Литература**

1. Badalyan, O.G., V.N. Obridko, and J. Sykora, (2000), Brightness of the coronal green line and prediction for activity cycles 23 and 24, Solar Physics, 199: pp.421-435.
2. Briffa, K. R., P. D. Jones, F. H. Schweingruber, and T. J. Osborn, 1998, Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years, Nature, 393 (6684), 450-455.

3. Dikpati, M., de Toma, G., and Gilman, P. A. (2006), Predicting the strength of solar cycle 24 using a flux-transport dynamo-based tool, Geophys. Res. Lett. v33, 10.1029/2005GL025221.
4. Hataway D. and Wilson R. , 2006, Geomagnetic activity indicates large amplitude for sunspot cycle 24, Geophys.Res. Lett., v33, L18101,
5. Kaftan V., 2004, Kinematic Modeling of the Main Solar Cycle, in Multi-Wavelength Investigations of Solar Activity, IAU Symposium, Vol. 223. Edited by Alexander V. Stepanov, Elena E. Benevolenskaya, and Alexander G. Kosovichev. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004., p.111-112
6. Komitov B. and Kaftan V., 2003 Solar Activity Variations for the Last Millenia. Will the Next Long-Period Solar Minimum be Formed?, International Journal of Geomagnetism and Aeronomy,v.43,No5,2003,pp 553-561
7. Komitov B., Stoychev K., 2011, The stratospheric ozone, solar activity and volcanism, Bulg. Astron. J. v17 (in press)
8. Pesnell W.,2007, Predictions of Solar Cycle 24, in Support of NASA/GSFC Solar Dynamics Observatory
9. Schove, D. J. 1955, The Sunspot Cycle 649 BC to AD 2000, J. Geophys. Res., 60, 127
10. Комитов Б., 2008, Влияние на слънчевата активност върху климата в миналото и съвременността, Алфамаркет, Ст. Загора, ISBN 978-954-9483-16-1 (на българском)
11. Рогожин Ю. А. и Шестопапов И.П., 2007, Вековые циклы сейсмичности Земли и сейсмическая безопасность АЭС, Атомная стратегия, № 29, март 2007 г.
12. Чижевский А., 1973, Земное эхо солнечных бурь, изд. Наука, Москва

(с) Комитов Б., 2011

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ

### DESIGN OF THE SPECIFIED ACCURACY POLYGONOMETRIC



**Зайцев А.К. / Zaitsev A.K.**

Кандидат технических наук, профессор кафедры геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству / Candidat of Tech.Sci., professor of chair "Geodesy and geoinformatic" of The State University of Use Land Planning

e-mail: [jornal@geo-science.ru](mailto:jornal@geo-science.ru)

**Аннотация.** Обычно принято выполнять оценку качества вычерченного на плане объекта проекта полигонометрического хода, анализируя известную формулу  $M = \mu\sqrt{P^{-1}}$ , в которой одна из СКП ( $M$  или  $\mu$ ) известна, а обратный вес оцениваемой функции ( $P^{-1}$ ) всегда определён его уже составленной в масштабе геометрической схемой. В статье рассматривается ситуация, когда заранее, ещё до составления проекта, известны все три элемента указанной формулы. В этом случае необходимо рассчитать геометрические параметры *только намечаемого* к проектированию хода, которые соответствовали бы заданным значениям элементов расчётной формулы. Предложено три варианта решения задачи, обоснованные теоретически и проиллюстрированные конкретными числовыми примерами.

**Ключевые слова:** Полигонометрический ход, СКП, обратный вес результатов измерений, геометрические параметры, точностные характеристики.

**Abstract.** It is customary to assessing the quality of the object drawn of the polygonometric project, analyzing the formula  $M = \mu\sqrt{P^{-1}}$ , which is one of the standard error ( $M$  or  $\mu$ ) is known and the inverse function of the estimated weight ( $P^{-1}$ ) is always defined it already compiled in the scale of the geometric pattern. In this paper we consider the situation when the advance, even before the drafting, known to all three elements of the formula. In this case it is necessary to calculate the geometric parameters of the intended only for the design speed, which would correspond to given values of the elements of the calculation formula. Proposed three options for solving the problem, based theoretically and illustrated by specific numerical examples.

**Keywords:** Polygonometric, traverse, standard error, reverse weight measurements, geometrical parameters, the precision characteristics.

В современной инженерно-геодезической практике нередки случаи, когда в техническом задании к договору на выполнение работ требование к точности интересующего заказчика параметра формулируется в виде:

$$M = T \cdot m, \quad (1)$$

где  $T$  - коэффициент «понижения точности измерений»,  $m$  - «точность измерений» в представлении заказчика.

В переводе на профессиональный геодезический язык форму (1) следует понимать как

$$M = \mu\sqrt{P^{-1}}, \quad (2)$$

где  $M$  – средняя квадратичная погрешность (СКП) заданной функции,  $\mu$  – СКП результата измерения (угла, или стороны, или превышения), вес  $P$  которого исполнитель принимает равным единицы (СКП единицы веса),  $P^{-1}$  – обратный вес оцениваемой функции.

Сравнивая формулу (2) с (1) видим, что

$$P^{-1} = T^2. \quad (3)$$

Формула (2) решает «прямую задачу оценки точности сети», а вытекающая из неё формула (4)

$$m = \frac{M}{T} = \mu = \frac{M}{\sqrt{P^{-1}}}. \quad (4)$$

решает «обратную задачу оценки точности сети». По этим двум формулам оценивается качество составленного проекта геодезической сети, т.е. сети, геометрические параметры которой (форма, размер) уже определены - отражены на топографическом плане или представлены масштабной схемой. В этом случае из двух величин в правой части формул (2) и (4) неизвестной является лишь обратный вес  $P^{-1}$  искомой функции, зависящий от геометрии сети. Поскольку последняя на плане уже определена, значение обратного веса  $P^{-1}$  заданной функции вычисляется исполнителем либо по способам «метода наименьших квадратов», либо по известным из литературы приближённым формулам.

Но в ситуации, представленной формулой (1), все три элемента формул (2) и (4) известны априори, т.е. ещё до разработки плана геометрической схемы сети обратный вес  $P^{-1}$  функции заказчиком задан. Следовательно, в этом случае исполнителю необходимо определить геометрические параметры предполагаемой к созданию на объекте работ геодезической сети, удовлетворяющей всем трём заданным значениям элементов формул (2) и (4).

Решению поставленной задачи и посвящена настоящая публикация. Соответствующий анализ выполним на примере вытянутого равностороннего и уравненного по углам полигонометрического хода. СКП

взаимного положения конечных точек такого хода (СКП функции) определяется известной формулой:

$$M^2 = m_s^2 n + \frac{m_\beta}{\rho^2} L^2 \frac{(n+3)}{12}, \quad (5)$$

где  $m_s$  – СКП измерения сторон (мм),  $L$  – длина хода (мм),  $n$  – число сторон хода,  $\rho=206265$  (сек).

Выразив длину  $L$  хода в километрах и нормировав соответственно  $\rho=0,206265$ сек (размерности  $m_s$  и  $m_\beta$  при этом остаются прежними), преобразуем выражение (5) к виду:

$$M^2 = m_s^2 \left[ n + \frac{m_\beta}{m_s^2 \rho^2} L_{км}^2 \frac{(n+3)}{12} \right]. \quad (6)$$

Из сравнения формул (6) и (2) следует, что СКП единицы веса  $\mu = m_s$  (обратный вес измеренных сторон  $Q_s=1$ ), а выражение в скобках есть обратный вес  $P^{-1}$  рассматриваемого полигонометрического хода:

$$P^{-1} = \left[ n + \frac{m_\beta}{m_s^2 \rho^2} L_{км}^2 \frac{(n+3)}{12} \right]. \quad (7)$$

Отношение квадратов СКП во втором слагаемом формулы (7) есть обратный вес  $Q_\beta$  измеренных углов:

$$\frac{m_\beta^2}{m_s^2} = Q_\beta. \quad (7^*)$$

С учётом этого и ранее принятого значения  $\rho=0,206265$ , формула (7) примет вид:

$$P^{-1} = n + 2L_{км}^2 Q_\beta (n+3). \quad (8)$$

Обозначим

$$2Q_\beta L_{км}^2 = K \quad (9)$$

и назовём  $K$  – «геометрическим коэффициентом хода».

С учётом (9) преобразуем формулу (8) к следующим двум видам:

$$P^{-1} = n + K(n+3) \quad (10)$$

$$P^{-1} = n(1+K) + 3K \quad (11)$$

Два слагаемых формулы (10) являются собой вклад в значение обратного веса  $P^{-1}$  хода погрешностей линейных (через число



сторон  $n$ ) и угловых (через выражение  $K(n+3)$ ) измерений. Последний вклад, в свою очередь, зависит от двух параметров - обратного веса углов  $Q_\beta$  и длины хода  $L_{км}$ .

Из формул (9) и (10) следуют два очевидных вывода (формулы (11\*):

1. Обратный вес  $Q_\beta$  измеренных углов полигонометрического хода обратно пропорционален удвоенному квадрату его длины, выраженной в километрах.
2. Обратный вес  $P^{-1}$  всего хода не может быть меньше числа сторон в нём.

$$\begin{aligned} Q_\beta &= K / 2L_{км}^2; \\ P^{-1} &= T^2 = 2n + 3 \quad (\text{при } K = 1). \end{aligned} \quad (11^*)$$

Но каковы должны быть значения параметров  $Q_\beta$ ,  $L_{км}$  и  $n$  хода, при которых будет выполняться условие (4), соответствующее условию заказчика (1)?

Ниже рассмотрим три возможных варианта решения этого вопроса:

#### Вариант 1.

Принять условие:

$$Q_\beta = k_1 Q_S = k_1,$$

так как  $Q_S=1$  (см. формулу (6), где  $k_1$  - назначенный исполнителем коэффициент пропорциональности обратных весов угловых и линейных измерений).

Задаваясь различными значениями длиной хода  $L_{км}$  и коэффициентом  $k_1$ , по формуле (9) получаем геометрический коэффициент хода  $K$ , а затем из формулы (8), для заданного значения  $T = \sqrt{P^{-1}}$  (см. формулу (3)), вычисляем допустимую длину хода:

$$L_{км} = \sqrt{\frac{T^2 - n}{2k_1(n+3)}}. \quad (12)$$

Расчёты по формуле (12) для различных значений  $T, n$  и  $k_1$  приведены ниже в табл.1.

Таблица 1.

Допустимая длина хода  $L_{км}$  для различных значений  $k_1=Q_\beta$ ,  $n$  и  $T = \sqrt{P^{-1}}$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_1=0,5$	4.9	4.4	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	2.7	2.6
$k_1=1$	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8
$k_1=2$	2.5	2.2	2.0	1/8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2
T	10									
$k_1=0,5$	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2		
$k_1=1$	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9		
$k_1=2$	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6		
T	5									
$k_1=0,5$	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7					
$k_1=1$	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5					
$k_1=2$	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3					
T	3									
$k_1=0,5$	0.6	0.6	0.4							
$k_1=1$	0.4	0.4	0.3							
$k_1=2$	0.3	0.3	0.3							
T	2									

Табл.1 позволяет исполнителю подбирать различные варианты геометрических и точностных параметров предполагаемого к проектированию полигонометрического хода, который при конкретном значении СКП линейных измерений будет удовлетворять условию (1). Имея в ней СКП единицы

$\mu = m_s$ , СКП угловых измерений вычисляется, согласно принятому выше условию, по формуле

$$m_\beta = \mu \sqrt{k_1}. \quad (13)$$

Если же значение  $m_\beta$  заранее фиксировано, то из приведенной выше формулы

определяется коэффициент  $k_1$  и для него по формуле (12) вычисляется допустимая длина хода.

При любом наборе из табл.1 параметров хода при заданном значении  $T$  погрешность  $M$  в формуле (1) останется постоянной. Исполнитель выбирает наиболее приемлемый для реальных условий вариант и составляет проект хода, соблюдая его расчётные геометрические параметры. При этом следует соблюдать примерно равные длины сторон:

$$S_{км} = \frac{L_{км}}{n} \quad (14)$$

### Вариант 2.

Принять условие:

$$\frac{m_\beta}{\rho} = k_2 \frac{m_s}{s},$$

где  $S$  – длина сторон хода,  $k_2$  – назначенный исполнителем коэффициент пропорциональности радианной меры СКП измерения углов и относительной СКП линейных измерений.

Из принятого выше условия, в соответствии с формулой (7\*), получим:

$$Q_\beta = \left( k_2 \frac{\rho}{s} \right)^2 \quad (15)$$

Подставим это выражение в формулу (9), будем иметь:

$$2 \left( k_2 \frac{\rho}{n} \right)^2 = K. \quad (16)$$

С учётом (13\*) из формулы (10) получим следующее выражение для коэффициента  $k_2$ :

$$k_2 = \frac{n}{\rho} \sqrt{\frac{(T^2 - n)}{2(n+3)}} \quad (17)$$

Таким образом, при принятом в данном варианте условии, из геометрических параметров хода определяется только его числом сторон. А длина сторон и длина всего хода будут определяться разумным (для исполнителя) значением коэффициента  $k_2$  (см. ниже).

Расчёты по формуле (17) для различных значений  $T$  и  $n$  приведены в табл.2.

Таблица 2.  
Коэффициенты пропорциональности  $k_2$  для различных значений  $T$  и  $n$

N	1	2	3	4
T=10	17	30		
T=5	8	14		
T=3	4.8	7.8	10	
T=2	1.9	3.5	4.4	5.8

В табл. 2 мы ограничились значением  $n=4$ . Очевидно, что с ростом числа сторон значения  $k_2$  будут увеличиваться.

По выбранному из табл.2 значению числа сторон  $n$  (для конкретных значений  $T$  и  $k_2$ ) исполнитель, в зависимости от конкретных условий, из формулы:

$$L_{км} = S_{км} n \quad (18)$$

вычисляет либо допустимую длину хода ( $L_{км}$ ), задавшись длиной сторон ( $S_{км}$ ), которую следует примерно выдерживать при проектировании хода на плане объекта), либо напротив – исходя из предполагаемой длины хода, определяет длину его сторон.

В ситуации, когда число  $n$  сторон хода фиксировано, исполнитель, по заданному формулой (1) значению  $T$ , по формуле (17) вычисляет коэффициент  $k_2$  для данного хода.

По известной СКП единицы веса, заданной формулой (1), СКП измерения углов вычисляется из принятого по варианту 2 условия:

$$m_\beta = k_2 \frac{m_s}{s} \rho. \quad (19)$$

Приемлемое для исполнителя абсолютное значение  $m_\beta$  и определяет для него степень разумности выбора коэффициента  $k_2$ , вычисляемого по формуле (17) по заданному формулой (1) коэффициенту  $T$  и принятому им значению  $n$ .

### Вариант 3.

Принять условие

$$N = k_3 K (n+3),$$

где  $k_3$  – назначенный исполнителем коэффициент пропорциональности вкладов СКП линейных и угловых измерений в обратный вес  $P^{-1}$  хода.

Из формул (6) и (10) видно, что данное условие соответствует известным в теории ошибок принципам «равного влияния» и «ничтожного влияния» двух величин на конечный результат вычислений, в нашем случае - влияние измерения сторон  $S$  (левая часть принимаемого условия) и углов  $\beta$  (правая часть условия) на обратный вес  $P^{-1}$  полигонометрического хода.

При  $k_3=1$  влияние обратных весов угловых и линейных измерений одинаково. Из (10) получим:

$$n = \frac{T^2}{2} \text{ и } K = \frac{T^2}{2(n+3)} = \frac{n}{n+3} \quad (20)$$

При  $k_3=0,5$  влияние обратного веса угловых измерений не существенно. При этом:

$$n = \frac{T^3}{3} \text{ и } K = \frac{2n}{(n+3)} \quad (21)$$

При  $k_3=2$  не существенно влияние обратного веса линейных измерений. Здесь имеем:

$$n = \frac{T^2}{1,5} \text{ и } K = \frac{n}{2(n+3)} \quad (22)$$

Таким образом, в данном варианте выстраивается следующая методика решения задачи:

1. По заданному заказчиком значению коэффициента  $T$  в формуле (1) определяем по формуле (3) допустимый обратный вес  $P^{-1}$  проектируемого полигонометрического хода:  $P^{-1}=T^2$ .
2. По принятому (самим исполнителем) значению коэффициента пропорциональности  $k_3$  из соответствующей формулы (20),(21) или (22) определяем допустимое число сторон  $n$  в проектируемом ходе и значение коэффициента  $K$ . Если по условиям объекта число сторон в ходе заранее определено, то значение  $K$  вычисляем из формулы (10):

$$K = \frac{T^2 - n}{n+3} \quad (23)$$

3. По принятому (самим исполнителем) значению  $Q_\beta$  из формулы (9) определяем для расчётного в п.2 значения  $K$  допустимую длину  $L_{км}$  проектируемого хода:

$$L_{км} = \sqrt{\frac{K}{2Q_\beta}} \quad (24)$$

Если для конкретных условий объекта длина хода  $L_{км}$  фиксирована, то из формулы (9) при полученном в п.2 значению  $K$  определяем допустимое значение  $Q_\beta$ :

$$Q_\beta = \frac{K}{2L_{км}^2} \quad (25)$$

4. Из формулы (14) по ранее полученным допустимым значениям  $L_{км}$  и  $n$  (см. п. 3 и 2) вычисляем примерное значение длины  $S$  сторон хода, которой следует придерживаться при проектировании масштабной геометрической схемы хода.

Таким образом, геометрические параметры предполагаемого полигонометрического хода определены и можно приступать к его проектированию на плане объекта, сообразуясь с его топографией, формой и размером.

Последний вариант решения поставленной задачи является более обоснованным, простым и, что существенно для производства, более мобильным, чем два предыдущих.

Во всех трёх вариантах оценка точностных характеристик хода после расчёта его геометрических параметров выполняется следующим образом:

- A. Задавая численным значением СКП единицы веса  $m=\mu=m_S$  и при принятом ранее коэффициенте  $T$  (см. п.1) по формуле (1) найдём абсолютное значение СКП запроектированного хода  $M$  и его относительную погрешность, определяющую нормативную точность. Или напротив: задавшись последней ( $\frac{M}{L} = \frac{1}{z}$ ) для рассчитанной длины  $L_{км}$  вычисляем значение  $M$ , а затем по формуле (1) при заданном коэффициенте  $T$  вычисляем допустимое значение  $m_S$ . (это нередко имеет место при проектировании оди-

ночного хода и всегда – при проектировании сети полигонометрических ходов разной длины и с несколькими узловыми точками).

- В. Из формулы (7\*) при ранее определённых значениях и  $m_S$  вычисляем допустимое значение  $m_\beta$ :

$$m_\beta = m_S \sqrt{Q_\beta}. \quad (26)$$

Приведём пример расчётов геометрических параметров полигонометрического хода по варианту 3 и его точностных характеристик.

1. Пусть в формуле (1) заказчиком задан коэффициент  $T=3$ . По формуле (3) находим обратный вес хода:  $P^{-1}=T^2=9$ .
2. Примем  $k_3=0,5$  и по формулам (21) находим максимально допустимое число сторон  $n$  в ходе и его геометрический коэффициент  $K$ :

$$n = \frac{P^{-1}}{3} = \frac{9}{3} = 3; \quad K = \frac{2n}{n+3} = \frac{6}{6} = 1.$$

3. Примем  $k_l=Q_\beta=0,5$  и из формулы (9) находим по формуле (24) максимально допустимую длину хода:

$$L_{\text{км}} = \sqrt{\frac{K}{2Q_\beta}} = \sqrt{\frac{1}{1}} = 1 \text{ км.}$$

4. Из формулы (14) определяем *примерную* длину сторон:  $S = \frac{L}{n} = \frac{1000}{3} = 333 \text{ м.}$

- А. Примем  $m_S=\mu=5 \text{ мм}$  и определяем абсолютную (по формуле (1)) и относительную СКП хода:  $M = T \cdot m_S = 3 \cdot 5 = 15 \text{ мм}$  и  $M/L = 0,015/1000 = 1/67000$ .

- В. Из формулы (26) определяем *допустимую* СКП измерения углов:

$$m_\beta = m_S \sqrt{Q_\beta} = 5\sqrt{0,5} = 3,5''.$$

Мы, не составляя ещё самого проекта полигонометрического хода, отвечающего заданному в формуле (1) коэффициенту  $T=3$  и условию  $m=m_S$ , определили его допустимые геометрические параметры и точностные характеристики. При этом мы приняли за единицу веса результаты измерения сторон  $S$  хода (т.е.  $P_S=Q_S=1$ ,  $\mu=m_S$ ) и численные значения трёх следующих характеристик хода: СКП единицы веса  $\mu=m_S=5 \text{ мм}$ , коэф-

фициента пропорциональности относительных ошибок линейных и угловых измерений  $k_3=0,5$  и обратного веса угловых измерений  $Q_\beta=0,5$  (значения этих трёх величин могут быть назначены исполнителем и иными, но соответствующие здравому смыслу – логике и реальной ситуации). В итоге проектируемый ход должен иметь следующие геометрические параметры:  $L_{\text{км}}=1 \text{ км}$ ;  $n=3$ ;  $S=333 \text{ м}$  и точностные характеристики:  $m_S=5 \text{ мм}$  (принято нами);  $m_\beta=3,5''$ ;  $M=Tm=3 \cdot 5=15 \text{ мм}$ .

Допустим, что к указанным выше начальным данным дополнительно поставлено условие относительно числа сторон  $n$ , например,  $n=4$ . Тогда в п.2 коэффициент  $K$  вычисляем из формулы (10) и далее, в п.3, из формулы (9) находим допустимую длину хода  $L_{\text{км}}$  и соответствующее значение длины  $S$  его сторон:

$$P^{-1} \approx n(1+K) + 3K = 9 = 4 + 7K;$$

$$K = (9 - 4) / 7 = 0,429$$

$$L_{\text{км}} = \sqrt{\frac{K}{2Q_\beta}} = \sqrt{\frac{0,429}{1}} = 0,655 \text{ км};$$

$$S = \frac{L}{n} = \frac{0,655}{4} = 164 \text{ м.}$$

То есть, в этой ситуации изменяются геометрические параметры хода  $L_{\text{км}}$  и  $S$ . Точностные характеристики остаются прежними ( $m_S=5 \text{ мм}$ ;  $m_\beta=3,5''$ ;  $M=15 \text{ мм}$ ).

Если дополнительно поставлено условие только относительно длины хода  $L_{\text{км}}$ , например,  $L_{\text{км}}=0,8 \text{ км}$ , то соответственно изменится длина  $S$  сторон хода и согласно формул (14),(10),(25) и (26) изменится значение СКП угловых измерений (см. п.4 и п.6):

$$S = \frac{L}{n} = \frac{0,8}{3} = 267 \text{ м.}$$

$$P^{-1} \approx n(1+K) + 3K = 9 = 3 + 6K;$$

$$K = (9 - 3) / 6 = 1;$$

$$Q_\beta = \frac{K}{2L_{\text{км}}^2} = \frac{1}{2 \cdot 0,8^2} = 0,78;$$

$$m_\beta = m_S \sqrt{Q_\beta} = 5\sqrt{0,78} = 4''.$$

Остальные характеристики останутся прежними ( $n=3$ ;  $m_S=5 \text{ мм}$ ;  $M=15 \text{ мм}$ ).

Если дополнительно поставлены условия относительно обоих геометрических параметров хода  $n$  и  $L_{км}$ , например,  $n=4$  и  $L_{км}=0,8$  км, то изменятся длина  $S$  сторон и СКП измерения углов (но иначе, чем при двух предшествующих дополнительных условиях):

$$S = \frac{L}{n} = \frac{0,8}{4} = 200 \text{ м};$$

$$Q_{\beta} = \frac{K}{2L_{км}^2} = \frac{0,429}{2 \cdot 0,8^2} = 0,34;$$

$$m_{\beta} = m_s \sqrt{Q_{\beta}} = 5 \sqrt{0,34} = 3''.$$

Точностные характеристики  $M$  и  $m_s$  не изменятся ( $m_s=5$  мм,  $M=15$  мм).

Из приведенного примера мобильность данного варианта очевидна: задача решается с соблюдением заданного заказчиком условия (1) даже при ограничениях отдельных геометрических параметров хода, обусловленных объектом работ.

В заключении заметим, что в случае, когда точность хода ( $M$ ) задана не формулой (1), а в относительной мере (например,  $M/L=1/25000$ ), переход к параметрам формулы (1) может быть выполнен двумя следующими способами:

- 1) Определяем абсолютную СКП хода ( $M = \frac{L}{25000} = \frac{1000}{25000} = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см}$ ) и

далее из формулы (1) при заданном  $T$  определяем СКП единицы веса

$$\mu = m_s \text{ (при } T = 3, \mu = m_s = \frac{M}{T} = \frac{4 \text{ см}}{3} = 1,3 \text{ см)};$$

- 2) по полученному в п. 1) значению  $M$  и принятому значению  $\mu = m_s$  из формулы (1) определяем  $T$  (при  $\mu = m_s = 5$  мм,  $T = \sqrt{P^{-1}} = \frac{\mu}{m_s} = \frac{40 \text{ мм}}{5 \text{ мм}} = 8$ ). Дальнейшие расчёты выполняются по указанной выше методике варианта 3.

Таким образом, в статье показан принципиально новый подход к проектированию полигонометрических ходов: геометрические параметры хода, отвечающие и заданной заказчиком точности и условиям района работ и возможностям исполнителя могут быть довольно просто рассчитаны заранее, ещё до нанесения его на план объекта. Это не в коем случае не исключает классическую оценку хода, нанесённого на план по расчётным выше параметрам, поскольку выдержать их абсолютно строго практически невозможно. Но исполнитель может быть уверен, что заданные формулой (1) точностные характеристики запроектированного им хода и полученные при окончательной его обработке не будут существенно отличаться.

(с) Зайцев А.К., 2011

УДК 528.3

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА НАУЧНО-УЧЕБНОЙ БАЗЕ «ГОРНОЕ»  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ**

**RESEARCH WORK ON SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL BASE «GORNOE»  
OF THE STATE UNIVERSITY OF LAND USE  
PLANNING**



**Докукин П.А. / Dokukin P.A.**

Кандидат технических наук, руководитель лаборатории «Спутник-Информ» Государственного университета по землеустройству / Candidat of Tech.Sci., Head of the laboratory "Satellite-Inform", The State University of Use Land Planning

e-mail: [dokukin@geo-science.ru](mailto:dokukin@geo-science.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных на научно-учебной базе «Горное» в 2004-2011 гг.

**Ключевые слова:** Геодезия, геология, геодинамика, гравиметрия, GPS, геодезические наблюдения, ускорение силы тяжести, геодезическая сеть, оползни, карст, инженерно-геодезическая сеть

**Abstract.** The main results of research carried out on scientific and educational base "Gornoe" in 2004-2011.

**Keywords:** Geodesy, geology, geodynamic, dynamics, gravimetry, GPS, geodetic observation of the acceleration due to gravity, geodetic network, landslides, karst, Engineering and Geodetic Network.

### Введение

Территория научно-учебной базы «Горное» Государственного университета по землеустройству (далее НУБ «Горное») расположена на северо-восточном склоне Среднерусской возвышенности, в бассейне реки Осетр – правого притока реки Оки. В административном отношении территория относится к Зарайскому району Московской области.

Основное здание базы, в котором размещаются студенческое общежитие, столовая, дисплейный класс и т.д. расположено в селе Спас-Дощатый на правом берегу реки Осетр. НУБ «Горное» была основана в 1963 году, в настоящее время здесь проводятся

учебные практики по высшей геодезии, геодезической астрономии, прикладной геодезии, спутниковым методам и фотограмметрии у студентов специальности «Прикладная геодезия», а также для научно-исследовательских работ.

Специально созданная геодезическая сеть базы расположена на территории 100 га по обе стороны реки Осетр.

В период 2004-2011 гг. на территории НУБ «Горное» кафедрой геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству были проведены научно-исследовательские работы, основные этапы которых представлены в табл.1.

## Основные этапы исследований на НУБ «Горное» в 2004-2011 гг.

Год	Название	Содержание этапа исследований	Руководители работ
2004	Создание инженерно-геодезической сети	1. Запроектирована, закреплена на местности инженерно-геодезическая сеть (ИГС) в виде треугольника с центральным пунктом для проведения учебной практики по прикладной геодезии. 2. Выполнены наблюдения на пунктах ИГС, определены координаты вершин, линейные и угловые элементы сети.	Зайцев А.К. Кузнецов А.И.
2005	Полное обследование геодезической сети	1. Выполнено полное обследование пунктов планово-высотной геодезической сети научно-учебной базы «Горное», по результатам которого составлен обновленный каталог.	Докукин П.А.
	Развитие геодезической сети	1. На берегах реки Осетр заложены пункты высотной сети для геодезических и гравиметрических наблюдений, а также для проведения геодезической эстафеты по нивелированию II класса.	Кузнецов А.И.
2006	Создание и развитие спутниковой геодезической сети	1. На крыше здания общежития в с.Спас-Дощатый закреплена периодически-определяемый пункт спутниковых наблюдений «Горное», пространственное положение которого определено относительно постоянно действующих пунктов ЦНИИГАиК, Менделеево, Обнинск, Звенигород Международной службы IGS 2. Выполнены многократные спутниковые наблюдения на пунктах геодезической сети в разных вариантах и комбинациях.	Докукин П.А.
	Гравиметрические наблюдения	1. Выполнены гравиметрические наблюдения на пунктах сети, закреплённой на берегу реки Осетр	Баранов В.Н.
2007	Геологические исследования территории	1. Полевые исследования. Мониторинг экзогенных геологических процессов 2. Структурно-морфологический анализ рельефа и дешифрирование аэрофотоснимков 3. Построение геоморфологической и неотектонической карт территории	Докукин П.А. Алексеева Е.В. Докукина К.А.
	Развитие спутниковой геодезической сети	1. Выполнены повторные спутниковые наблюдения на пунктах геодезической сети в разных вариантах и комбинациях. 2. Выполнены многократные спутниковые наблюдения на пунктах сети: в разных вариантах и комбинациях.	Докукин П.А.
2008	Развитие спутниковой геодезической сети	1. Выполнены многократные спутниковые наблюдения для геодеформационного анализа территории научно учебной базы «Горное» на следующих пунктах сети в разных вариантах и комбинациях.	Докукин П.А. Певнев А.К.
2009	Обновление геодезической сети	1. Заложены новые пункты для выполнения угловых, высотных и линейных наблюдений, определены их координаты относительно существующей сети	Кузнецов А.И.
2010	Обновление каталога высот пунктов геодезической сети	1. Выполнено высокоточное геометрическое нивелирование высотной сети научно-учебной базы.	
2011	Обновление каталога высот пунктов геодезической сети	1. Выполнено повторное высокоточное геометрическое нивелирование фрагмента высотной сети научно-учебной базы.	

## 1. Обследование геодезической сети

Геодезическая сеть НУБ «Горное» была закреплена на территории общей площадью около 96 га в 1963 году, на время закладки центров пунктов, она насчитывала 60 знаков IV класса, в том числе 35 пунктов полигонометрии и 25 пунктов нивелирования. Таким образом, плотность пунктов составляла 1,5 пункта на км<sup>2</sup>.

В 1998, 2005 и 2010 годах, для последующего анализа и прогноза развития были выполнены работы по рекогносцировке всех

пунктов триангуляции, полигонометрии и реперов нивелирования геодезической сети НУБ «Горное» (согласно каталогу).

В ходе обследования были определены состояние центров пунктов и их наружных знаков, взаимовидимость между пунктами; сделано описание их месторасположения и составлены абрисы. В табл.2 приведена информация о состоянии геодезической сети, составленная в результате проведенного обследования сети.

Таблица 2.

Сравнение данных рекогносцировок

№№	Пункты геодезической сети	Количество			
		1963 год	1998 год	2005 год	2010 год
1	Триангуляционные с наружным знаком	35	27	24	22
2	Триангуляционные без наружного знака	-	14	12	12
3	Репера нивелирования	25	23	14	12
4	Общее количество пунктов	60	64	48	46
5	Взаимовидимость между пунктами		80	39	неизвестно

Как видно из табл. в период до 2005 года сеть потеряла значительное количество центров пунктов, наружных знаков и взаимовидимость между пунктами, что послужило причиной организации мероприятий по восстановлению сети, ее развитию и модернизации.

## 2. Создание и развитие геодезической сети

### 2.1. Создание периодически определяемого пункта

Первым этапом модернизации сети было создание и закрепления в 2006 году высокоточного базового пункта «Горное» (аналога периодически определяемых пунктов Фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС)) на крыше студенческого общежития научно-учебной базы в селе Спас-Дошатый.

Базовый пункт «Горное» предназначен для последующей геодезической привязки фрагмента спутниковой сети к пунктам государственной геодезической спутниковой сети и сети международной службы IGS. Пункт может использоваться также как постоянно действующая дифференциальная базовая станция при проведении топографических и контурных съемок, межевания, инженерно-геодезических работ, создании

планово-высотной опоры для трансформирования аэро- и космических снимков и т.д.

Была разработана специальная конструкция центра пункта, представляющая собой жестко закрепленную на чердаке и крыше металлическую трубу, снабженную устройством принудительного центрирования для антенны (рис.1). С помощью специального кабеля, проведенным через окно, антенна соединена с двухчастотным приемником спутниковых сигналов и персональным компьютером, расположенным в специально оборудованном помещении и получающим постоянное электропитание с помощью специального устройства [1].

Для фиксации возможных перемещений центра пункта Горное, на местности была запроектирована контрольная сеть (рис.2), состоящая из четырех контрольных пунктов, на которых в течении около двух месяцев выполнялись периодические (каждый пятый день) спутниковые наблюдения по два сеанса в день (утром и вечером). Обработка показала, что максимальные колебания параметров базовых линий между пунктами сети (без включения базового пункта) являются допустимыми, т.е. контрольная сеть стабильна и может быть использована для фиксации возможных перемещений центра базового пункта Горное.



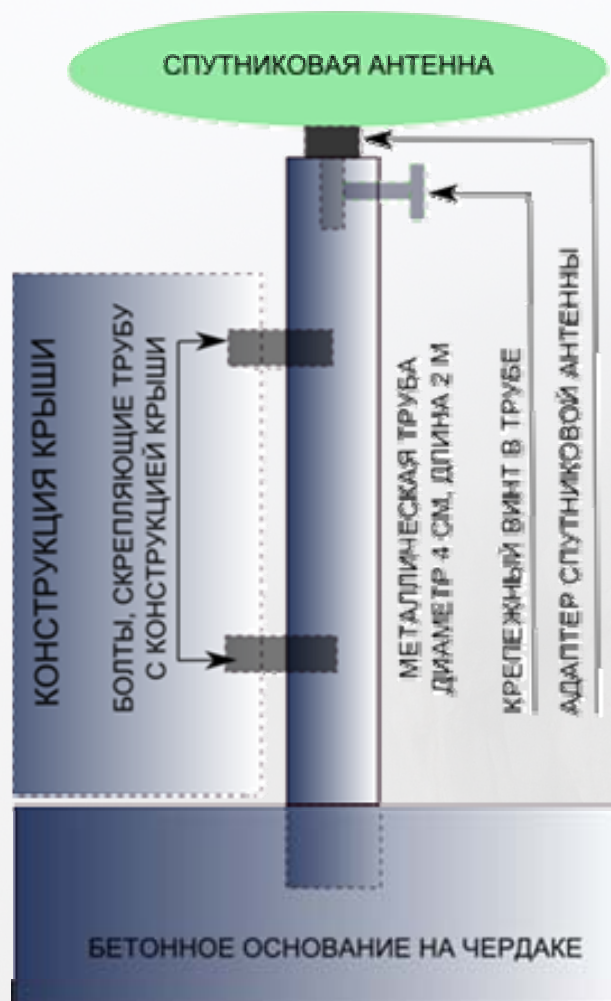


Рис.1 Конструкция базового пункта «Горное»

Затем в обработку вместе с пунктами контрольной сети (которые были приняты за жесткие) были включены и результаты наблюдений на базовом пункте Горное. Полученные результаты максимальных колебаний центра базового пункта относительно контрольной сети были признаны допустимыми, откуда были сделаны выводы о его стабильности и устойчивости.

Пространственное положение центра базового пункта «Горное» было определено в двух вариантах: 1) относительно 12-ти пунктов геодезической сети научно-учебной базы и 2) относительно постоянно действующих пунктов международной службы IGS, расположенных в Московском регионе.

Для определения координат базового пункта «Горное» относительно 12-ти пунктов геодезической сети НУБ «Горное» (рис.2) были выполнены синхронные спутниковые наблюдения двухчастотными приемниками Trimble 4700. В сеансе спутнико-

вых наблюдений вместе с базовым пунктом участвовало не менее трех пунктов, при этом были использованы разные комбинации пунктов. Все комбинации были измерены по несколько раз в разные дни: по три полуторачасовых сеанса. Обработка и уравнивание результатов были выполнены в программном продукте Trimble Geomatic Office (TGO). Уравнивание сети было выполнено методом фиксации твердых пунктов, в качестве которых были выбраны центры геодезической сети с наиболее надежными (продолжительными по времени) спутниковыми наблюдениями. Таким образом, были получены уравненные координаты пункта Горное в системе координат научно-учебной базы.

Для определения координат базового пункта «Горное» относительно пунктов Менделеево, Звенигород, ЦНИИГАиК (Московский пункт ФАГС) и Обнинск международной службы IGS (рис.2) из архива

SOPAC была загружена измерительная информация с этих пунктов на даты, совпадающие с временем спутниковых измерений

на пункте постоянных спутниковых наблюдений Горное, который непрерывно работал около двух месяцев.

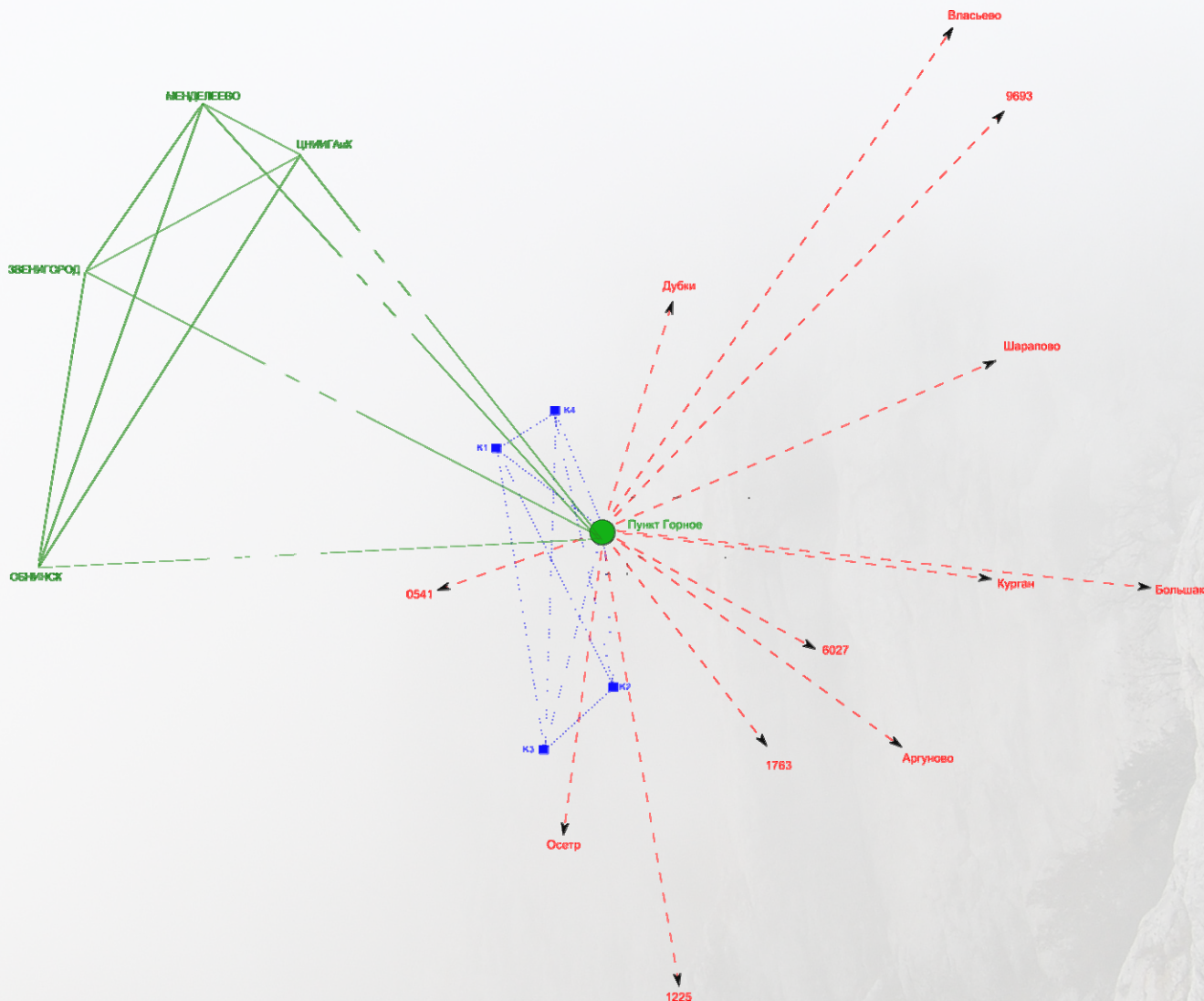


Рис.2. Схема определения координат базового пункта Горное относительно пунктов контрольной сети (синий цвет), геодезической сети НУБ «Горное (красный цвет) и постоянно действующей сети международной службы IGS (зеленый цвет). На схеме длины базовых линий показаны условно, без соблюдения масштаба.

Обработка и уравнивание были выполнены независимо в двух программах обработки результатов спутниковых измерений: стандартной – TGO и программе обработки глобальных спутниковых сетей Bernese 5.9 Бернского астрономического университета.

В TGO, после обработки и отбраковки некачественных измерений, было выполнено уравнивание в двух вариантах: первый – свободная сеть (без фиксированных координат) и второй – с фиксированными координатами пунктов IGS (оба варианта были

ориентированы относительно пункта ЦНИИГАиК, для которого условно были приняты нулевые значения координат). Результаты уравнивания в обоих вариантах различались незначительно: по оси X разность составила 4 мм, по оси Y – 1 мм.

Обработка и уравнивание результатов спутниковых наблюдений пунктов IGS и «Горное» в программном продукте Bernese была выполнена в Геодезическом отделе ЦНИИГАиК.

Сравнение координат, полученных из обработки в разных программных продуктах

показавшее между ними минимальные расхождения, позволило сделать вывод о высоком качестве выполненных спутниковых измерений на базовом пункте Горное [1].

## 2.2. Инженерно-геодезическая сеть

В 2004 году на территории НУБ «Горное» под руководством проф. А.К. Зайцева и ст.преп. А.И.Кузнецова для проведения учебной практики по прикладной геодезии на местности была закреплена инженерно-геодезическая сеть (ИГС), представляющая собой треугольник с центральным пунктом (рис.3), каждая вершина которого закреплена на местности тремя залитыми в бетон металлическими центрами (круг, квадрат и крест), для обеспечения различных вариантов заданий студентам.

Координаты вершин, линейные и угловые элементы, а также превышения ИГС

были определены с помощью электронного тахеометра относительно пунктов геодезической сети НУБ «Горное».

В 2006 году ИГС была включена в проект спутниковых наблюдений научно-учебной базы, который предусматривал максимум возможных комбинаций пунктов, участвующих в сеансе, а также включение во все комбинации пункта «Дорога-квадрат», центр которого совмещен с пунктом триангуляции, включенным в фрагмент спутниковой сети. Кроме того, были предусмотрены синхронные наблюдения на всех центрах пункта Дорога с привязкой их к пункту «Горное».

Проведенные наблюдения, а также выполненные в последующие годы измерения ИГС электронными тахеометрами и спутниковыми приемниками показали высокую надежность заложенной сети.

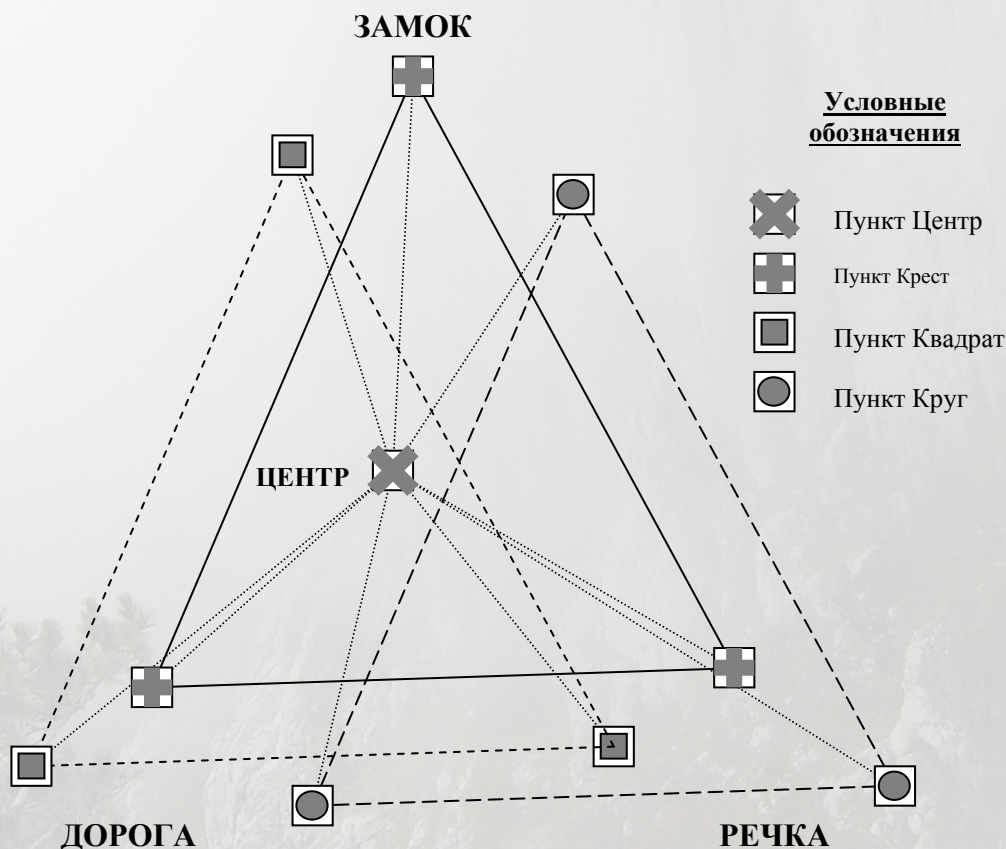


Рис.3. Инженерно-геодезическая сеть научно-учебной базы «Горное»

## 2.3. Спутниковые наблюдения геодезической сети НУБ «Горное»

В проект спутниковых измерений 2006-2007 годов [1] были включены все со-

хранившиеся пункты геодезической сети и новые пункты, в том числе базовый пункт «Горное», его контрольная сеть и ИГС (рис.4).

Измерения на пунктах геодезической сети проводились с учетом требований ЦНИИГАиК [9], [10] при постоянно включенном приемнике на базовом пункте «Гор-

ное». Обработка и уравнивание результатов спутниковых наблюдений геодезической сети были выполнены в TGO.

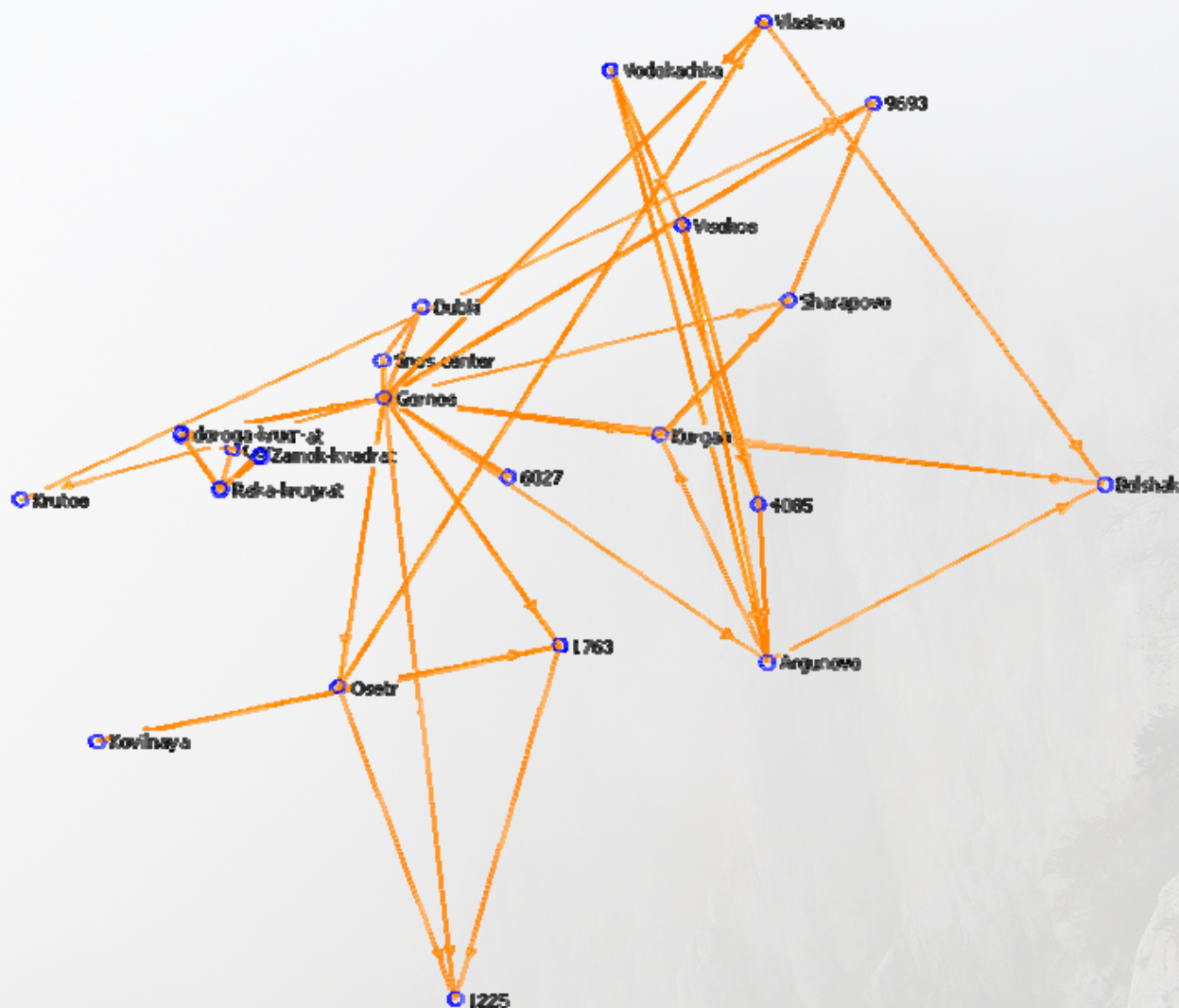


Рис.4. Спутниковая геодезическая сеть НУБ «Горное»

Уравнивание выполнили в двух вариантах: первый - как свободной сети и второй - относительно твердых пунктов Шарاپово, 9693, Большак и Курган (пункты на которых были выполнены самые продолжительные наблюдения).

После уравнивания было выполнено сравнение полученных координат с исходными (согласно каталогу координат 1963 года), результате чего были выявлены значительные расхождения (до 10 см), обусловленные (как в последствии выяснилось) некорректным трансформированием координат и произошедшими за период с момента

составления каталога деформациями земной поверхности (о чем сказано ниже).

Проект спутниковых наблюдений реализовался в течении 2006 и 2007 года, при этом были выполнены повторные измерения на одних и тех же пунктах, что позволило сравнить результаты измерений и проанализировать смещения центров пунктов за год. Максимальные расхождения составили 17 мм – по оси X; 15 мм – по оси Y и 23 мм – по высоте. Приведенные данные говорят о хорошей точности выполненных спутниковых измерений и достаточной стабильности центров пунктов геодезической сети научно-учебной базы «Горное».

Все перечисленные построения составляют спутниковую геодезическую сеть НУБ «Горное», использование которого позволит на современном научно-техническом уровне проводить учебные и преддипломные практики, выполнять научные исследования и производственные работы.

#### 2.4. Гравиметрические измерения

Для дальнейших научных исследований на НУБ «Горное» были выполнены исследования и калибровка относительных гравиметров кафедры геодезии и геоинформатики ГУЗ. Для проведения исследований на правом берегу реки Осетр в твердых породах была закреплена экспериментальная гравиметрическая сеть в виде жестко закрепленных дюбелей в выходах известняка и асбестоцементных труб, зарытых в грунт.

Исследования предусматривали:

- Эталонирование гравиметра ГНУ-КС № 318 на экзаменаторе.
- Исследование правильности установки уровней гравиметра на экзаменаторе, определение продольного и поперечного наклонов для гравиметра ГНУ-К2 № 717.
- Гравиметрические измерения по способу прямого и обратного ходов на гравиметрической сети.

#### 3. Геологические исследования

Выявленные значительные расхождения в координатах пунктов, полученных из спутниковых наблюдений с каталожными значениями, навело на мысль о возможных смещениях пунктов вследствие развития экзогенных геологических процессов в пределах, которое обусловлено как факторами, сформированными в течение длительной геологической истории, так и современными техногенными факторами, связанными с деятельностью человека.

К геологическим факторам, определяющим развитие экзогенных геологических процессов на территории Московской области, относятся: наличие в геологическом разрезе растворимых пород, которое определяет развитие карста; наличие пластичных

глин разного возраста, определяющее развитие оползневых процессов.

Часть территории приурочена к воздымающимся неотектоническим блокам, что способствует интенсивному развитию эрозии, которая создает склоны и экспонирует глины, чем вызывает начало оползневых процессов. Размыв глинистых покровных отложений делает возможным проявление карстовых процессов на поверхности земли. Оползни приурочены к берегам рек и склонам овражно-балочной сети в местах выхода на поверхность глинистых отложений различного возраста.

Процесс карстообразования протекает в карбонатных каменноугольных породах. Карстовые и карстово-суффозионные формы проявляются на поверхности там где кровля юрских глин менее 10 м. Как правило, карстовые формы распространены по долинам рек, прорезающим глины юрского водоупора (приурочены к склонам речных долин и днищам балок, в пределах которых интенсивный водообмен способствует карстообразованию) [3].

На территории Зарайского района Московской области широко распространены современные экзогенные геологические процессы.

Наиболее развиты эрозионные, оползневые и карстовые процессы; заболачиваемость и подтопление выражены слабо.

Чрезвычайно подвержены деформированию склоны долины р. Осетр, например, у д. Трегубово протяженность оползня вдоль склона равна 700 м, у д. Овечкино - 350 м, а в окрестностях Б. Бельнички, М. Бельнички и Никитино она достигает километра. Оползневые процессы происходят и под Зарайском. В береговых обрывах нередко обнажается толща известняков и доломитов, местами выходят глины.

На территории района известны все формы карста, характерные для Русской платформы: воронки, западины, слепые овраги, карстовые поля и др. Факторами, контролирующими их распределение, служат тектонические и неотектонические условия, характер эрозионной деятельности и, в первую очередь, мощность и характер покровных отложений.

По данным дешифрирования выявлены проявления экзогенных геологических процессов, а именно, оползни, карстовые воронки, подмываемые участки склонов, растущие овраги.

Выявлено несколько активных неотектонических зон вблизи населенных пунктов, по которым возможно образование новых проявлений оползней и карста. Наибольший интерес представляют две зоны субширотного простирания, приуроченные к долинам оврагов.

Экзогенные геологические процессы на территории НУБ «Горное» приурочены к долине р.Осетр и овражным балкам, а форма речной долины и развитие оврагов контролируются неотектоническими процессами и системой дешифрируемых линеаментов.

На территорию НУБ «Горное» при активном участии начальника группы Геоцентра «Москва» Е.В.Алексеевой и научного сотрудника Геологического института РАН К.А.Докукиной были проведены структурно-морфологический анализ рельефа и дешифрирование аэрофотоснимков, в результате чего были построены геоморфологическая и неотектоническая карты, а также карта распространения проявлений экзогенных геологических процессов и условия их развития (рис.5) [3].

По результатам анализа результатов спутниковых измерений на пунктах геодезической сети научно-учебной базы за последние годы выделено две области: область опускания, приуроченная к левобережью р. Осетр и область поднятия, выраженная в виде трех куполовидных структур.

Из обработки спутниковых наблюдений было выявлено, что практически все геодезические пункты сместились в северном, восточном и северо-восточном направлениях, причем в некоторых случаях вектора смещения подчеркивают неотектонические структуры (линеаменты). Геодезические пункты, расположенные в долине реки Осетр смещаются преимущественно в восточном направлении, расстояния между ними уменьшаются, что свидетельствует о сужении долины, выраженном в ее углублении и увеличении крутизны склонов.

В районе пунктов Власьево, Шарапово, Дубки, Курган и Аргуново наблюдается расширение участков земной поверхности, выраженное разнонаправленностью векторов смещения названных пунктов и увеличением расстояния между ними. Данные участки в основном приурочены к водораздельным поверхностям.

По нашим предположениям, в случае, если геодезические пункты смещаются друг к другу или друг от друга (например, в районе пунктов Водокачка и Высокое), это может свидетельствовать об образовании в этих местах неотектонических нарушений.

Предварительный анализ смещений геодезических реперов показал их корреляцию с современной неотектонической структурой [3].

#### **4. Исследования движений и деформаций земной поверхности**

Для более детального исследования движений и деформаций, на 20-ти пунктах геодезической сети, расположенных на территориях подверженных геологическим процессам (по данным неотектонического картирования), в различных комбинациях были проведены статические спутниковые измерения [2].

Как уже говорилось, значительные смещения пунктов, полученные, как разность между урavnенными координатами, полученными из спутниковых измерений 2006 года и данными каталога, обусловлены тем, что координаты пунктов в каталоге даны в местной условной системе, когда как в результате обработки спутниковых измерений, координаты тех же пунктов получены в системе WGS-84. При обработке GPS-измерений геодезическая сеть была сориентирована относительно пункта Шарапово, однако при этом невозможно учесть разнонаправленность осей систем координат и их разномасштабность. Для учета этих параметров было выполнено аффинное преобразование координат [2].

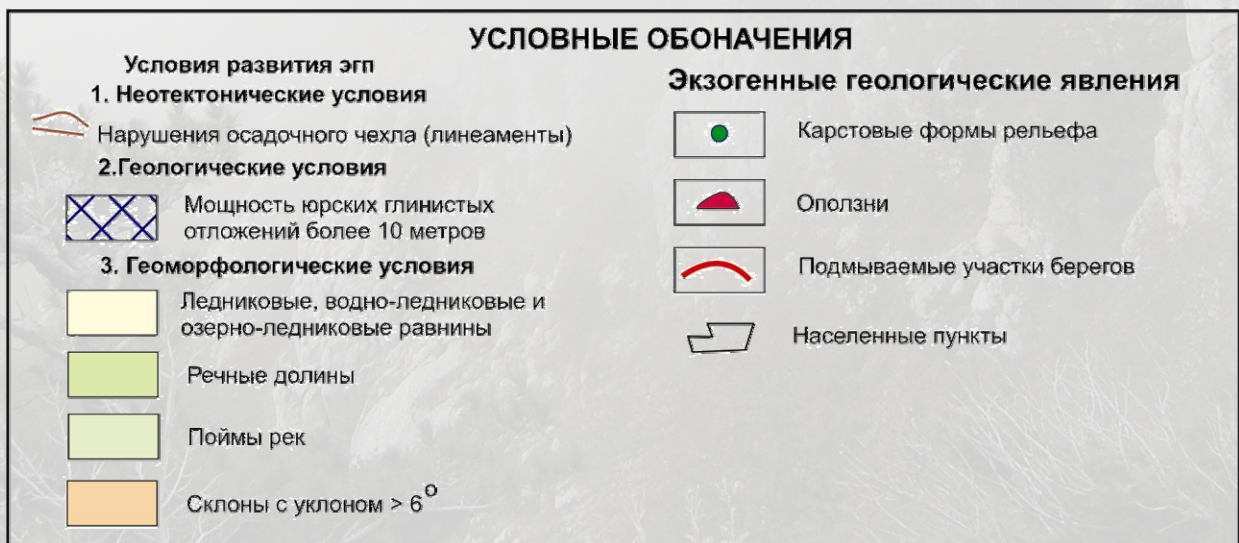
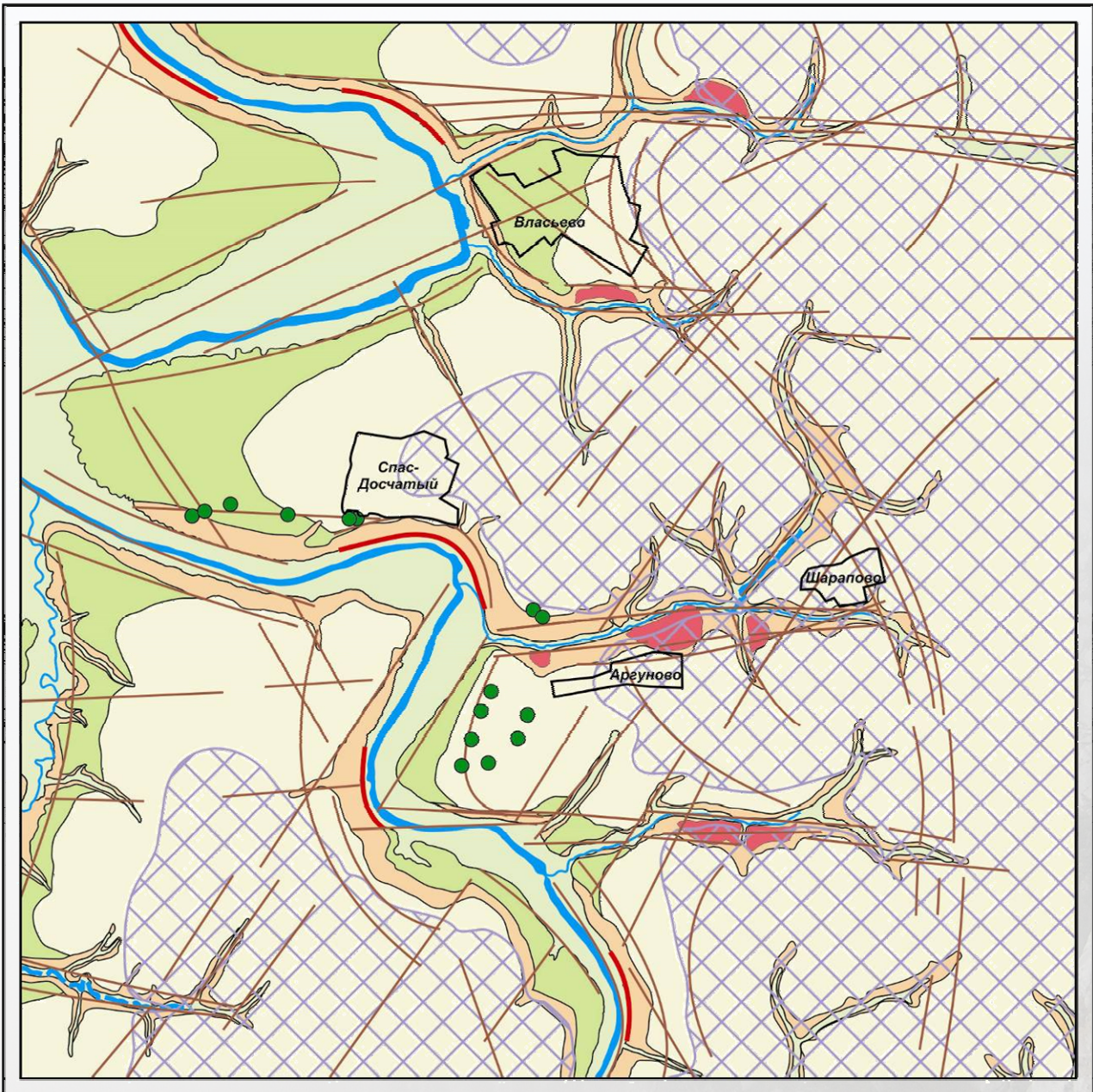


Рис.5. Карта распространения проявлений экзогенных геологических процессов и условия их развития

Для каждой точки были составлены два уравнения вида (1).

$$\begin{aligned} X_i &= a_0 + a_1 X_i' + a_2 Y_i' \\ Y_i &= b_0 + b_1 X_i' + b_2 Y_i', \end{aligned} \quad (1)$$

где  $X_i, Y_i$  – координаты пунктов в старой системе;  $X_i', Y_i'$  – координаты тех же пунктов в новой системе;  $a_0, b_0, a_1, b_1, a_2, b_2$  – коэффициенты перехода, учитывающие смещения начал систем координат, разворот их осей и разномасштабность вдоль координатных осей.

Для нахождения коэффициентов  $a_i, b_i$  необходимо как минимум три точки, не лежащие на одной прямой, с известными координатами в обеих системах. Для нахождения коэффициентов преобразования были использованы четыре пункта, выбранные по данным неотектонической карты, расположенные в местах, не подверженных сильным деформациям и образующие четырехугольники, стороны которых не пересекают линии тектонических разломов. Для выбора наиболее стабильной фигуры, между пунктами в обеих системах координат были вычислены горизонтальные проложения сторон и диагоналей четырехугольников. В результате был выбран четырехугольник, в котором расхождения между значениями сторон и диагоналей в двух системах, оказались наименьшими по сравнению с другими рассматриваемыми вариантами четырехугольников. Для выбранных пунктов составили система уравнений (1), которая была решена методом наименьших квадратов. В результате получены трансформированные координаты пунктов геодезической сети НУБ «Горное», которые были использованы для вычисления параметров горизонтальных деформаций.

Параметры движений пунктов геодезической сети получены следующим образом [11].

По формуле (2) вычислены разности длин базовых линий, оценка точности выполнена по формуле (3).

$$\Delta S_i = S_i^{T_2} - S_i^{T_1}, \quad (2)$$

$$m_{\Delta S_i} = \sqrt{m^2_{S_i^{T_2}} + m^2_{S_i^{T_1}}}, \quad (3)$$

где  $\Delta S_i$  – разности длин между эпохами  $T_1$  и  $T_2$ ;  $S_{ij}^{T_1}$  и  $S_{ij}^{T_2}$  – уравниваемые значения длин сторон соответственно в эпохи  $T_1$  и  $T_2$ ; где  $m^2_{S_i^{T_1}}$  и  $m^2_{S_i^{T_2}}$  – СКП измерения расстояния в эпохи  $T_1$  и  $T_2$ .

Вектор горизонтальных смещений определяется по формулам (4) и (5):

$$R_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}, \quad (4)$$

$$\alpha_{Ri} = \arctg\left(\frac{\Delta y_i}{\Delta x_i}\right) \pm 180^\circ, \quad (5)$$

где  $R_i$  – длина вектора и  $\alpha_{Ri}$  – его дирекционный угол на  $i$ -м пункте;  $\Delta x_i = x_i^{(T_2)} - x_i^{(T_1)}$ ;  $\Delta y_i = y_i^{(T_2)} - y_i^{(T_1)}$  – разности уравниваемых координат между двумя сравниваемыми эпохами на  $i$ -м пункте сети.

Схема векторов смещений геодезических пунктов НУБ «Горное» приведена на рис.6.

Параметры деформаций были определены по формулам (6), представленным в [8] и преобразованным для использования результатов спутниковых наблюдений в [2]. Оценка точности выполнена по формулам (7).

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1 &= (e_{AB})T_1 \cos(2\alpha_{CA} + C) + (e_{BC})T_2 \cos(2\alpha_{AB} + A) + (e_{CA})T_3 \cos(2\alpha_{BC} + B), \\ \gamma_2 &= -(e_{AB})T_1 \sin(2\alpha_{CA} + C) - (e_{BC})T_2 \sin(2\alpha_{AB} + A) - (e_{CA})T_3 \sin(2\alpha_{BC} + B), \\ \Delta &= (e_{AB})T_1 \cos C + (e_{BC})T_2 \cos A + (e_{CA})T_3 \cos B, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} m_{\gamma_1} &= \mu \sqrt{T_1^2 \cos^2 2\alpha_C + T_2^2 \cos^2 2\alpha_A + T_3^2 \cos^2 2\alpha_B}, \\ m_{\gamma_2} &= \mu \sqrt{T_1^2 \sin^2 2\alpha_C + T_2^2 \sin^2 2\alpha_A + T_3^2 \sin^2 2\alpha_B}, \\ m_{\Delta} &= \mu \sqrt{T_1^2 \cos^2 C + T_2^2 \cos^2 A + T_3^2 \cos^2 B}, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$



где  $\gamma_1, \gamma_2$  – главные сдвиги,  $\Delta$  – дилатация (относительное изменения площади треугольника) – параметры горизонтальных деформаций;  $e_{ij} = \frac{S_{ij}^{t2} - S_{ij}^{t1}}{S_{ij}^{t1}}$  - относительные изменения длин сторон для каждого треугольника;

$T_1 = \frac{1}{\sin A \sin B}, T_2 = \frac{1}{\sin B \sin C}, T_3 = \frac{1}{\sin C \sin A}$ ;  
 $\alpha_{AB}, \alpha_{BC}, \alpha_{CA}$  - дирекционные углы сторон треугольника; А, В, С - углы треугольника.  
 Результаты определения горизонтальных деформаций даны на рис.7-8.

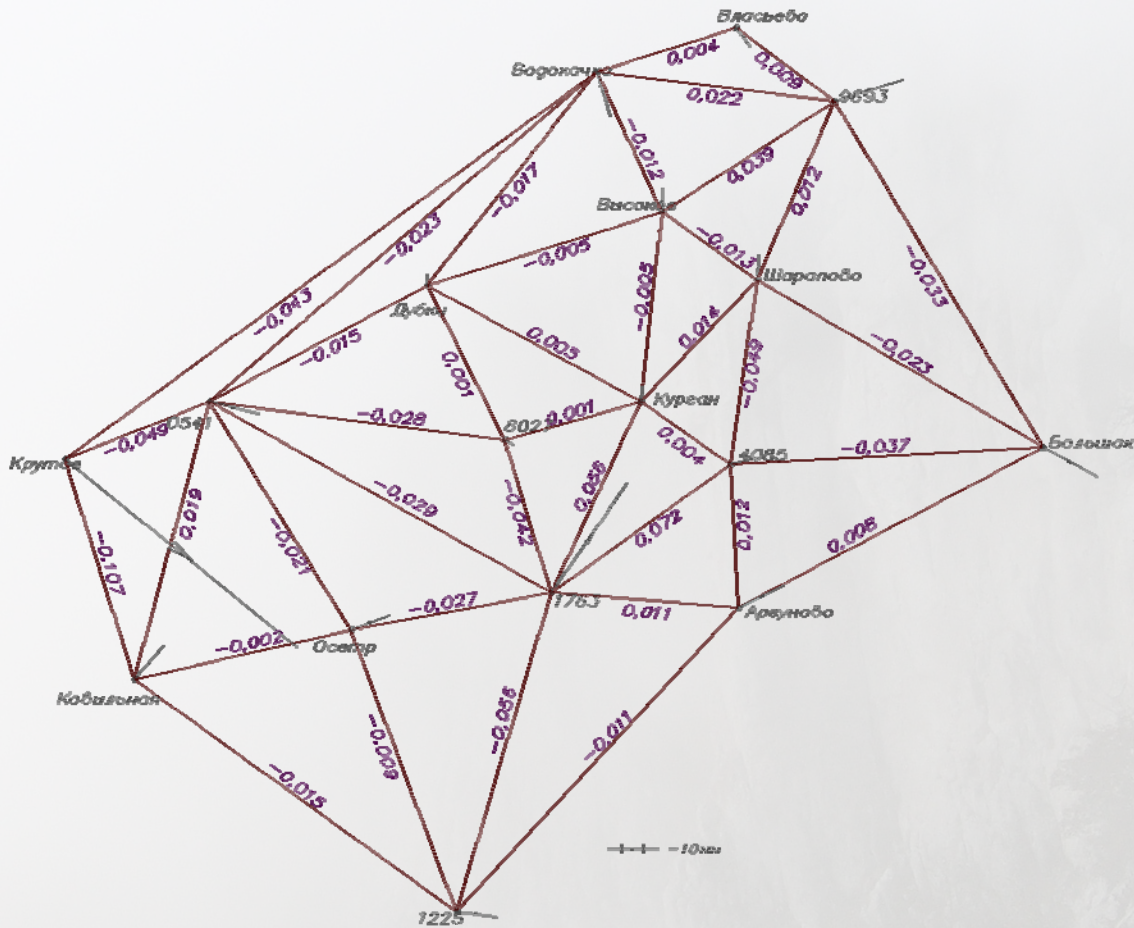


Рис.6. Схема векторов смещения пунктов спутниковой сети и разностей длин линий между циклами измерений

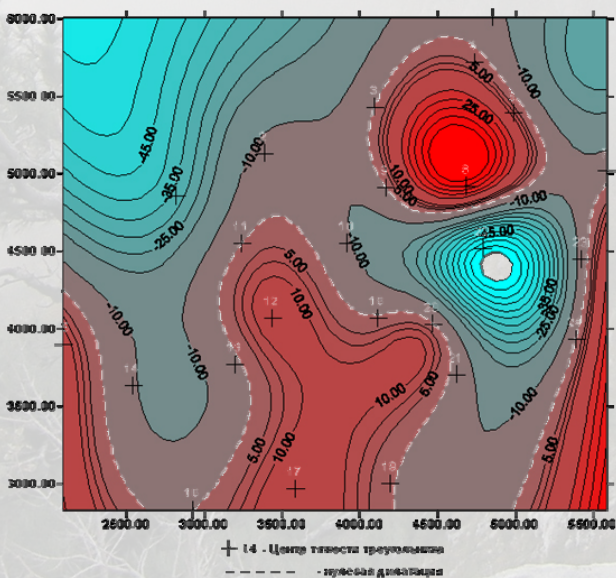


Рис.7. Схема сети с изолиниями дилатации ( $\cdot 10^{-5}$ )

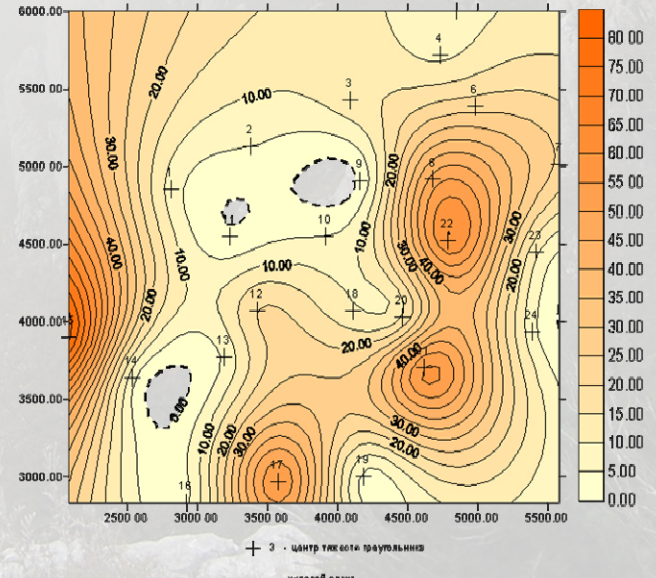


Рис.8. Схема аномальных сдвиговых деформаций

Вертикальные смещения пунктов геодезической сети по результатам проведенных измерений в данном случае можно оценить лишь примерно, выявив общую тенденцию направленности их векторов. Это обусловлено тем, что вертикальные компоненты в сравниваемых циклах представлены в разных системах высот, и для точного их сравнения необходимо учитывать данные гравиметрических съемок и карт высот квазигеоида на данную территорию. Предвари-

тельная оценка выполнена по следующей схеме: в обеих системах были вычислены средние уровенные поверхности (средние арифметические значения из всех значений высот в каждом цикле). Затем относительно этих величины были вычислены отклонения значений высот пунктов в обеих системах [2]. Схема вертикальных смещений дана на рис.9.



Рис. 9. Схема вертикальных смещений пунктов геодезической сети

### 5. Обновление каталога высот

В 2010-2011 году под руководством ст.преп. кафедры геодезии и геоинформатики А.И.Кузнецова были выполнены работы по нивелированию II класса геодезической высотной сети НУБ «Горное», в результате чего был составлен обновленный каталог высот пунктов.

### Выводы

Таким образом, рассмотрев основные результаты исследований на НУБ «Горное» можно сделать следующие выводы, предложения и рекомендации:

1. Геодезическая сеть требует постоянного мониторинга за своим состоянием, необходимо восстановить утраченные пункты

и заложить новые центры с учетом современных образовательных программ для проведения практик на высоком научно-техническом уровне.

2. Практику по линейно-угловой сети следует их блока «Высшая геодезия» передать в блок «Прикладная геодезия». На практике по высшей геодезии следует выполнять работы по созданию фрагментов государственной геодезической сети спутниковыми методами.
2. Необходимо ежегодно проводить спутниковые наблюдения на пунктах геодезической сети в целях контроля их стабильности.
3. Рекомендуются выполнить сравнение параметров движений и деформаций, определенных по рассмотренной методике и по методике, разработанной в [4], [5], [6].
4. Рекомендуются использовать созданную экспериментальную гравиметрическую сеть для проведения практики по геодезической гравиметрии.
5. В связи с наличием в сети НУБ «Горное» большого количества треугольников, интересно было бы проверить влияние их формы на точность определения деформаций по методике [7].

### Литература

1. Докукин П.А., Змызгов А.А. Создание и развитие спутниковой сети научно-учебной базы «Горное» Государственного университета по землеустройству // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* – 2009 - №9. -
2. Докукин П.А., Змызгов А.А., Алексеева Е.В. Исследование геодинамических процессов по спутниковым измерениям в локальной геодезической сети // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* – 2009. - №12. -
3. Докукин П.А., Докукина К.А. Мониторинг современных экзогенных геологических процессов с использованием геологических и геодезических методов на примере территории научно-учебной базы «Горное» (Зарайский район Московской области). Изменяющаяся геологическая среда: пространственные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов: *Материалы Международной конференции.* Том 1: г. Казань; 13-16 ноября, 2007 г. / Сост. Н.Н.Равилова. – Казань: Изд-во Казанск. Гос. Ун-та, 2007. – 31-35 с.
4. Докукин П.А., Кафтан В.И. Непрерывные GPS/ГЛОНАСС измерения коротких базовых линий с целью выявления предвестников сильных землетрясений // *Геодезия и картография.* – 2006 - №2. – 7-10 с.
5. Кафтан В.И., Докукин П.А. Определение смещений и деформаций по данным спутниковых геодезических измерений // *Геодезия и картография.* – 2007 - №9. – 18-22 с.
6. Докукин П.А. Разработка методик анализа движений и деформаций по спутниковым наблюдениям в локальных геодезических сетях. Автореферат кандидатской диссертации. – М.: ГУЗ, 2008
7. Докукин П.А., Кафтан В.И., Красноперов Р.И. Влияние формы треугольников СРНС сети на определение деформаций земной поверхности // *Известия ВУЗов. Геодезия и аэросъемка.* – 2010. - №5 – с.6-11
8. Геодезические методы изучения деформаций земной коры на геодинамических полигонах, М.: ЦНИИГАиК, 1985
9. Временное руководство по обработке спутниковых наблюдений при построении основных геодезических сетей (проект), М, ЦНИИГАиК, 2001 г.
10. Инструкция по построению государственной геодезической спутниковой сети (проект), М, ЦНИИГАиК, 2000 г.
11. Шароглазова Г.А. Применение геодезических методов в геодинамике. Учеб. Пособие. – Новополюк: ПГУ, 2002. – 192 с.

(с) Докукин П.А., 2011

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫСОКОТОЧНОГО  
ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ****A METHOD FOR HIGHLY ACCURATE GEOMETRICAL LEVELING****Сальников П.А. / Salnikov P.A.**

Инженер-геодезист по специальности «Прикладная геодезия» / Surveyor engineer

e-mail: [jornal@geo-science.ru](mailto:jornal@geo-science.ru)

**Аннотация.** Рассмотрен процесс разработки эффективной методики высокоточного геометрического нивелирования для бригады из двух человек.

**Ключевые слова:** Нивелирование, цифровой нивелир, методика измерений.

**Abstract.** In the thesis process of working out of an effective technique of high-precision geometrical leveling for a brigade from two persons, and as definition of optimum fast.

**Keywords:** Leveling, digital level, measurement methodic.

Цифровой нивелир сокращает время работы на станции за счёт автоматического взятия отсчётов, к тому же цифровое нивелирование свободно от многих погрешностей традиционного нивелирования. В связи с этим нами была предпринята попытка разработать и обосновать методику измерений бригады, состоящей из минимума исполнителей: реечника и измерителя.

Методика выполнения нивелирования с помощью цифровых нивелиров заключается в следующем. Посередине с определенным допуском между измеряемыми точками устанавливается нивелир, а на нивелируемые точки устанавливается штрих-кодовые рейки. После приведения прибора в рабочее положение, зрительная труба нивелира наводится, например, на заднюю рейку. Фокусирующим винтом добиваются четкости изображения рейки и измеряется до неё расстояние. После этого аналогичным образом измеряется расстояние до передней

рейки. Затем, при соблюдении допусков на неравенство плеч, производится отсчитывание по шкале реек. Результаты измерений сразу заносятся в память цифрового нивелира, где рассчитываются превышения между точками хода и их высоты. Так как цифровой нивелир автоматически распознает информацию по штрих-кодовой рейке, субъективная ошибка наблюдателя из отсчёта фактически исключается. При этом автоматизация измерительного процесса позволяет легко проводить многократное отсчитывание, тем самым уменьшая случайные погрешности за счёт рефракции.

Стандартная бригада для производства нивелирования включает двух реечников, трёх помощников, разбивающих переходные точки (костыльщики), измерителя и двух помощников измерителя - всего 8 человек. Это обусловлено оптимальным распределением обязанностей внутри бригады и скоростью выполнения работы.

При работе с цифровым нивелиром надобность в помощнике измерителя отпадает, т.к. запись и полевые контроли прибор осуществляет автоматически. Поэтому эффективную бригаду следует сократить до измерителя, помощника, двух речников и трёх костыльщиков – 7 человек.

Как показывает практика, основное время затрачивается на разбивку станции. Переднему костыльщику нужно «отшагать» плечи, выбрав точку так, что бы рейка была видна в поле зрения нивелира и забить костыль. От заднего костыльщика требуется принимать участие в разметке станций и, при необходимости, подбирать задние костыли.

В работе Соболевой Е.Л. [1] проводится разработка и оценка программ нивелирования различных классов для цифрового нивелирования с целью создания единого стандарта для выполнения нивелирования в государственной сети. На этой основе рассмотрим порядок работы для стандартной бригады (рис.1) из 8 (7 для цифрового нивелирования) человек при прокладке нивелирного хода II класса (по ГОСТ 24846-81) :

лирования) человек при прокладке нивелирного хода II класса (по ГОСТ 24846-81) :

1. Забивается задний костыль *a* (задний)
2. Забивается передний костыль *b* (1 станция)
3. Проводятся измерения на станции (ЗППЗ)
4. Забивается передние костыли *v* и *z*
5. Задний речник переходит вперёд (на костыль *v*)
6. Прибор перемещают на следующую станцию (2)
7. Производят измерения на станции (ПЗЗП)
8. Забивается передний костыль *d*
9. Задний речник переходит вперёд (на костыль *z*)
10. Прибор перемещают на следующую станцию (3)
11. Проводятся измерения на станции (ЗППЗ)
12. Забивается передний костыль (*e*)
13. Забивается задний костыль (*a*) и так далее.

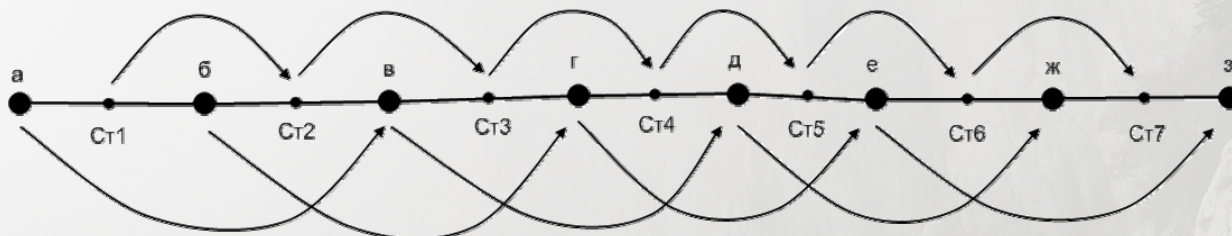


Рис. 1. Схема выполнения нивелирного хода стандартной бригадой

При этом важно не забывать, что передние костыльщики идут на станцию вперёд разбивая станции с помощью мерного троса и закрепляя переходные точки, задний – на одну отстаёт. Если в бригаде нет заднего костыльщика, то функция выдёргивания и доставки вперёд пройденных костылей может выпадать, например, на заднего речника, или помощника наблюдателя.

Таким образом сзади всегда остаётся одна станция на случай необходимости вернуться и переделать измерения.

Адаптируем методику для бригады из двух человек. Программа измерений тогда будет такой: на нечётной станции – ЗП, на чётной – ПЗ. Последовательность действий

на станции (рис.2) будет выглядеть следующим образом:

1. Забивается костыль *a* (речником)
2. Отсчёт на заднюю рейку *a*
3. Забивается костыль *b* (речником)
4. Отсчёт на переднюю рейку *b*
5. Забивается костыль *v* (речником)
6. Отсчёт на переднюю рейку *v*
7. Отсчёт на заднюю рейку *b*
8. Отсчёт на заднюю рейку *v*
9. Забивается костыль *г* (речником)
10. Отсчёт на переднюю рейку *г*
11. Вытаскиваются костыли *a* и *b* (измерителем)
12. Забивается костыль *d* (речником)
13. Отсчёт на переднюю рейку *d*

14. Отсчёт на заднюю рейку г
15. Отсчёт на заднюю рейку д
16. Забивается костыль е (реечником)
17. Отсчёт на переднюю рейку е
18. Вытаскиваются костыли в и г (измерителем)
19. Забивается костыль ж (реечником)

20. Отсчёт на переднюю рейку ж
21. Отсчёт на заднюю рейку е
22. Отсчёт на заднюю рейку ж
23. Забивается костыль з (реечником)
24. Отсчёт на переднюю рейку з и так далее.

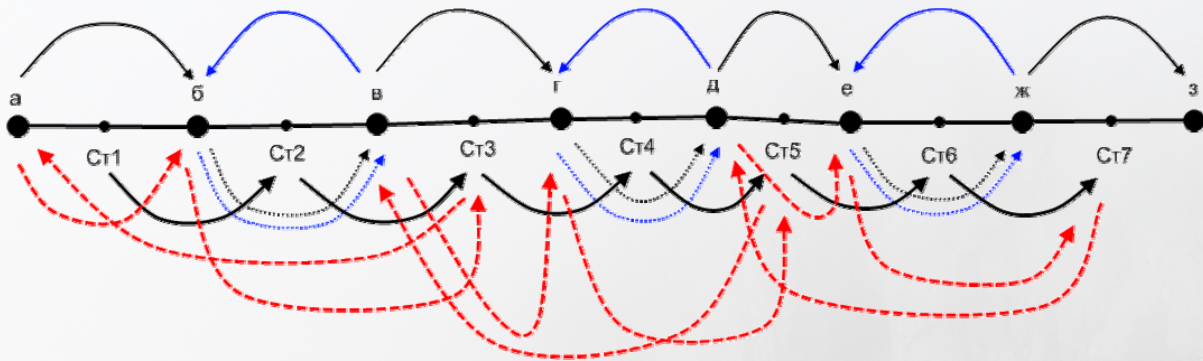


Рис. 2. Схема выполнения нивелирного хода бригадой из 2 человек

На рис.2 пунктиром здесь показаны переходы реечника между станциями и сбор костылей измерителем. Из схемы видно, что 2 задних костыля собираются на каждой нечётной станции, после измерения на ней. Это обусловлено тем, что на чётной станции измерения начинают с передней рейки и, пока реечник разбивает станцию, у измерителя есть время вернуться назад и снять две задние станции. Таким образом, экономится время при разбивке станций, по сравнению с тем, если бы сзади всегда оставляли строго одну станцию. В этом случае проставил бы сначала реечник, потом измеритель. Условие сохранения сзади одной станции, рекомендуемое инструкцией по нивелированию, выполняется. При этом и стандартная бригада, и бригада из 2 человек будут идти по 5 костылям, забитым в землю (ещё должны быть дополнительные костыли у переднего костыльщика (во втором случае – реечника) для разбивки станций).

Измерения проводятся по программе ЗП, ПЗ, то есть на нечётных станциях – ЗП, на чётных – ПЗ, при этом станция не разбивается заранее, разбивку ведёт всё время реечник, подбирает задний костыль всё время измеритель, таким образом работа полной бригады ложится всего на двух человек. Легко подсчитать, какое расстояние пройдёт каждый член бригады.

Пусть длина плеча равна 50 метрам, длина хода – 500 м (10 станций) тогда по схеме получаем:

1. 50 м вперёд (измеритель)
2. 100 м вперёд (реечник)
3. 100 м вперёд (реечник)
4. 100 м вперёд (измеритель)
5. 100 м назад (реечник)
6. 100 м вперёд (реечник)
7. 100 м вперёд (измеритель)
8. -100 м вперёд (реечник)
9. -100 м вперёд (реечник)
10. -250 м назад + 350 м вперёд (измеритель)
11. -100 м назад (реечник)
12. -100 м вперёд (реечник)
13. -100 м вперёд (измеритель)
14. -100 м вперёд (реечник)

Далее повторяется блок 4+5 до конца, кроме последней станции, поскольку ход продолжать не нужно и задний костыль можно не подбирать.

Итого получаем, что измеритель на 500 м хода проходит 2450 м, реечник проходит 1800 м, т.е. почти в 5 и 4 раза больше. Не смотря на то, что измеритель проходит больше, физической работы у него меньше – реечник должен забивать передний костыль в грунт, что требует большего приложения сил, нежели вытаскивание его из грунта и перенос прибора со станции на станцию.

Как видно, время исполнения хода по сравнению с традиционным составом бригады, сильно увеличивается (исходя из километража). Но если точки заранее закреплены, то время сокращается, причём существенно, поскольку цикл измерения на станции в 2 раза меньше. Ходы по закреплённым точкам используют, в основном при деформационном мониторинге объектов. В связи с этим была сделана попытка идти по заранее пробитым по линии деревянным колям с завинченными в них шурупами. Но заготовленные колья требуют дополнительных затрат времени и скорость выполнения работы в целом снижается. К тому же нужно использовать определённые породы дерева, устойчивые к нагрузкам от ударов кувалдой или топором и по своей структуре не мягкие, как, например, берёза. Так же, желательно, просушить колья перед использованием, что, опять же, требует времени. Пробивать же ход заранее неудобно, поскольку на пересечённой местности, в высокой траве или на поле велика вероятность потери или утраты переходной точки и это, опять же, требует дополнительных затрат времени. Так же в качестве закреплённых переходных точек была опробована строительная арматура. В этом случае был получен хороший темп выполнения измерений с возможностью быстрого переделывания «плохих» ходов. Но, не смотря на все удобства, арматура требует финансовых затрат, особенно, если полигон относительно большой.

В процессе выбора способа закрепления точек нивелирных ходов был проведён ряд экспериментов. В результате сделаны следующие выводы:

- дюбеля, забитые в мягкое асфальтовое покрытие дорог, в летнее время оказались непригодны для надёжного закрепления точек;
- наладить массовое производство деревянных костылей, приспособленных для закладки в плотный суглинистый грунт, не удалось;
- отрезки арматуры при ограниченном их количестве оказались менее надёжными, менее удобными и долговечными переходными точками, по сравнению с металлическими костылями, т.к. деформи-

ровались при закладке и с трудом вынимались из грунта.

В результате было решено при нивелировании остановиться на использовании стандартных металлических костылей [2] с разбивкой переходных точек в процессе выполнения измерений.

Измерения должны соответствовать II классу нивелирования по ГОСТ 24846-81 Грунты, где для обеспечения такой точности допускается вести нивелирование в одном направлении с замыканием ходов. Поэтому, в качестве основного контроля точности нивелирования выступает замыкание полигонов. Таким образом, все ходы проходятся один раз (висячие – в прямом и обратном, тогда образуется маленький полигон, состоящий всего из двух ходов) и общее время выполнения сокращается. Но при этом нет возможности контролировать качество измерений в звеньях по секциям (если звено состоит более чем из одного хода), и в любом месте могут выявиться ошибки, которые компенсируют друг друга. Этот недочёт можно исправить увеличением числа полигонов, что бы каждая из нужных нам точек была узловой, как на рисунке 4.3, что, например не сложно исполняется при деформационном мониторинге, когда не узловые точки можно включить в состав малого полигона при съёмке одной и той же деформационной марки с разных точек хода. Тогда они становятся узловыми.

По результатам эксперимента можно утверждать, что такой метод вполне обеспечивает миллиметровую точность, что подходит под требования 1 и 2 классов деформационного мониторинга (по ГОСТ 24846).

Перед началом работы были заявлены следующие требования для минимизации возможных погрешностей:

- визирный луч не длиннее 30 м (по ГОСТ 24846-81);
- для уменьшения влияния рефракции, рекомендуемая минимальная высота визирного луча над подстилающей поверхностью 30 см (при нормальной длине плеча 30 метров);
- неравенство плеч на станции не более 3 м;

- накопление неравенства в секции не более 10 м;
- нивелирование производить только в благоприятную погоду (при отсутствии колебаний изображений);
- перед началом нивелирования прибор должен акклиматизироваться;
- измерения должны быть, по возможности, симметричными (программа измерений ЗП, ПЗ, менять расположение ножек штатива относительно линии хода, чётное количество станций и т.д.)

Кроме того, поскольку использовался цифровой нивелир, были заявлены дополнительные требования:

- видимый интервал рейки (для прибора) не менее 30 см (иначе говоря, не меньше 15 см до верхнего конца рейки от визирной оси);
- количество взятий отсчёта по рейке – не менее трёх (с допустимым расхождением между отсчётами 0,1 мм);

В процессе исполнения съёмки было установлено, что некоторыми ограничениями иногда можно пренебречь. Кроме того, возникли некоторые специфические особенности выполнения работы в конкретных условиях лета 2010 года (когда проводилось исследование).

Так нивелирование лучше всего было исполнять в утренние часы, начиная через час после восхода, поскольку этим летом температура воздуха днём поднималась до 35 – 40 градусов, и вечером всё ещё было слишком жарко. При этом работы велись без зонта или т.п. приспособлений для изоляции нивелира от солнечных лучей, поскольку за этим следить было некому. При хорошей погоде длину визирного луча можно было увеличивать до 50-60 м (а иногда и более), что больше, чем заявлено в паспорте нивелира, при этом качество измерений не снижалось. Время акклиматизации можно снижать с 40 минут до 10 – 15, поскольку прибор, по большому счёту, акклиматизируется в пути до точки начала хода и во время разбивания первых станций (перед началом наблюдений пробивались все имеющиеся костыли). Из всех условий симметричности была оставлена лишь симметричность про-

граммы наблюдений, поскольку она позволяет исключить большинство факторов, вносящих погрешности в измерения (такие как влияние угла  $i$ , оседание костылей и штатива и т.п.). Так же, в некоторых случаях, не соблюдать симметричность 30 см интервала рейки, поскольку прибор, в нашем случае, брал отсчёт 3 раза. При коротких плечах (до 10 м) допустимо было пренебрегать минимальной высотой визирного луча (слишком короткое расстояние для каких-либо существенных рефракционных искажений). Но всё это при хороших условиях наблюдений. Обязательно обращалось внимание на сигналы нивелира о проблемах (СКП измерений, неравномерную освещённость рейки, не контрастность и т.п.). В случае появления таких сигналов необходимо выполнять измерение заново, или менять положение станции и перемерять станцию. Плечи разбивались шагами.

Все выполненные измерения везде, кроме одного звена, соответствовали точности первого класса нивелирования при заявленном втором.

Итак, нивелирование точности II класса бригадой из двух человек производят в одном направлении методом полигонов по костылям, дюбелям или т.п. переходным точкам (в зависимости от подстилающей основы). Ошибки метровых интервалов шкал и всей шкалы инварной рейки при нивелировании допускают до 0,20 мм [2].

При нивелировании порядок наблюдений на станции следующий.

Нечётная станция.

1. Отсчёт по шкале задней рейки.
2. Отсчёт по шкале передней рейки.

Чётная станция

1. Отсчёт по шкале передней рейки.
2. Отсчёт по шкале задней рейки.

Последовательность наблюдений на станции при использовании цифрового нивелира следующая:

1. Устанавливают нивелир и приводят его в рабочее положение (горизонтируют); речник встаёт на первую точку;
2. Направляют трубу в сторону той точки, которая на данной станции наблюдается первой, фокусируют изображение шкалы



рейки и нажимают на цифровой клавиатуре, или на корпусе прибора «Старт». Далее реечник переходит на следующую точку;

3. Наводят трубу в сторону той точки, которая должна наблюдаться второй, выполняют фокусировку и нажимают кнопку «Старт»;

Отсчёт по рейке начинают при отсутствии приведения прибора в рабочее положение, но не ранее чем через полминуты после установки рейки на костыле (по уровню с помощью подпорок). Результаты наблюдений на станции автоматически записывают в память прибора. Контролем отсчёта является отсутствие сигнала «СКО вне допуска», которое говорит о том, что разница между отсчётами в допуске. В целом же в приведённом порядке измерений контроль превышения на станции отсутствует, поэтому необходимо аккуратнейшим образом перемещаться около костылей и штатива в процессе измерений, чтобы не нарушить их устойчивость.

Контроль измерения по секции в данной технологии так же отсутствует. Контроль нивелирования по полигонам заключается в следующем: после замыкания хода находят невязку, как сумму измеренных в полигоне превышений, которая не должно быть более  $0,5\text{мм}\sqrt{n}$  ( $0,15\text{мм}\sqrt{n}$  для первого класса) [3]. Если невязка получилось больше допустимого, то пытаются определить «ошибочный» ход и перевыполнить измерения в нём. Если значения невязок входят в допустимые, полигоны обрабатывают совместно.

При необходимости в результаты нивелирования возможно вводить поправки в превышения по секциям за среднюю длину метра комплекта реек (отличие её от номинала) и за различие температуры реек при эталонировании и нивелировании.

Применение описанной выше технологии целесообразно при деформационном мониторинге небольших объектов. Тогда сокращённый состав бригады, имея минимальное количество оборудования (рейка всего одна), способен решать задачи высокоточного нивелирования в разумные сроки и с достаточной точностью.

Отдельно стоит рассмотреть передачу высоты через водные преграды. В нашем случае необходимо было измерить превышение между точками, находящимися на разных берегах р. Осётр.

Особенностями нивелирования через реки и другие водные пространства являются, как правило, необходимость визирования в трубу нивелира на большие расстояния и значительное действие рефракции на результат измерения из-за неоднородной подстилающей поверхности для заднего и переднего луча. Оба эти обстоятельства ведут к значительному снижению точности нивелирования, если не принять специальных мер, которые состоят в следующем: уменьшение длины визирного луча путем использования естественных островов и устройства искусственных стоянок (на сваях) для нивелира; поднятие луча визирования возможно выше над водой; отсчитывание по рейкам с помощью передвигающихся по ним цельков; нивелирование по особой схеме, помогающей уменьшить вредное влияние на точность отсчетов по рейкам насыщенного влагой воздуха, вызывающего искривление луча визирования.

Наиболее надёжным средством для исключения влияния влажного воздуха, искривляющего визирный луч, являются многократные отсчёты по нивелирным рейкам, сделанные в разные часы суток и в разные дни при различных метеорологических условиях. Лучшие результаты получаются при работе в прохладную и ветреную погоду. Кроме того, для сравнения прямых и обратных превышений для пунктов, расположенных на обоих берегах водоёма, оптимально вести работу одновременно двумя нивелирами, установленными на разных берегах.

Чтобы избежать влияния смещения визирной оси при изменении фокусировки, можно, например, вести работу по способу «нивелирования вперёд» (вообще же метод «перехода» через водное препятствие устанавливается по результатам рекогносцировки). Для этого нужно установить каждый нивелир так, чтобы его окуляр был на одной отвесной линии с репером, и тогда высоту инструмента измеряют (лучше нивелирной рейкой) от репера до центра окуляра. Нивелиры устанавливают сбоку от прямой, со-

единяющей реперы обоих берегов, чтобы не затруднять отсчитывание.

Нивелирование через овраги (ущелья, балки) целесообразно выполнять, передавая высоты сразу с одного берега на другой с закреплением точек на каждом из них. В этом случае уменьшаются ошибки нивелирного хода.

Передача высоты через водное препятствие обычно выполняется двойным нивелированием вперёд, двумя нивелирами, несколькими приёмами. Последовательность такая:

1. На точке 1 устанавливается прибор, на точке 2 – рейка, производится отсчёт по рейке и переход прибора на точку 2.
2. На точке 2 устанавливается прибор, на точке 1 – рейка, производится отсчёт по рейке. Параллельно работает второй нивелир, начиная с точки 2. После окончания первого цикла, производят, в зависимости от установленной программы, второй и т.д.

В нашем случае имелся один нивелир и одна рейка, поэтому было решено выполнять переходы двойным нивелированием из середины. Последовательность действий в этом случае такова:

1. Нивелир устанавливается на точку А, рейка – на точку 1, производится отсчёт  $h_1$ , речник переправляется на другую сторону реки.
3. Рейка устанавливается на точку 2, производится отсчёт  $h_2$ , прибор переправляется на другую сторону реки.
4. Нивелир устанавливается на точку Б, производится отсчёт  $h_3$ , речник переправляется на другую сторону реки.
5. Рейка устанавливается на точку 1, производится отсчёт  $h_4$ .

Контролем является сходимостъ полученных превышений. Причём в нашем случае было принято решение за допустимую невязку взять условие продолжения нивелирного хода после перерыва в работе: костыли считают сохранившими свое первоначальное положение, если полученные до и после перерыва значения превышения на станции различаются не более чем на 1 мм [2].

Такой выбор сделан в связи с тем, что переправы с берега на берег в нашем случае

занимали продолжительное время (от получаса и более), тем самым создавая перерыв в работе.

Разработанная методика была апробирована при повторном нивелировании на НУБ «Горное» ГУЗ, описание которой подробно рассмотрено в [4].

Для измерений использовался прибор Trimble DiNi 0,7, точность которого удовлетворяет требованиям инструкции по нивелированию, а также трёхметровая штрих-кодовая инварная рейка фирмы Trimble. Большинство измерений соответствовали точности первого класса нивелирования. Единственное звено, не укладывающееся по точности в первый класс, изначально содержало грубые ошибки измерений и после их устранения соответствовало 2 классу точности. Это самый длинный в сети участок. Работы на нём проводились в самые жаркие дни лета 2010 года (перед пожарами), на протяжении всего светового дня, что, скорее всего, и сказалось на понижении точности измерений в звене. Затраты времени можно рассчитать исходя из измерений одного полигона. Полностью нивелирование полигона проведено за 6 дней. Длина полигона чуть более 7,6 км. Полигон содержит 8 секций и 181 станцию. Отсюда не сложно подсчитать, что среднее количество станций на км – 24, количество станций на секцию – 23, средняя длина станции 42 м, средняя длина плеча 21 м, производительность бригады в среднем 1,3 км в день. При этом общее время выполнения нивелирных работ составило порядка 30 – 40 дней.

### Литература

1. Соболева Е.Л. Разработка и совершенствование методики высокоточного нивелирования с применением цифровых нивелиров. Диссертация на соискание степени к.т.н. – Новосибирск, 2008.
2. ГКИНП (ГНТА)-03-010-02. Инструкция по нивелированию I – IV классов
3. ГОСТ 24846-81 Грунты (методы измерения деформаций зданий и сооружений.)
4. Докукин П.А., Змызгов А.А. Создание и развитие спутниковой сети на НУБ «Горное» ГУЗ. // Землеустройство, кадастр и мониторинг. – 2007, №9.

(с) Сальников П.А., 2011

## МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ОСНОВАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### METHODS OF SUPERVISION OVER DEFORMATIONS OF THE BASES AND CONSTRUCTIONS



**Кроличенко О.В. / Krolichenko O.V.**

Аспирант кафедры геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству / Postgraduate student of the chair "Geodesy and geoinformatic", The State University Use Land Planning

e-mail: [olesya\\_krol@mail.ru](mailto:olesya_krol@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы наблюдения за деформациями оснований и сооружений. Производится расчет устойчивости инженерного сооружения и на основании этого расчета делается прогноз поведения инженерного сооружения, что позволяет предотвратить неправильный выбор площадки под строительство инженерного сооружения. Представлен метод наклономерных наблюдений, который дает возможность непрерывно получать деформации грунта под воздействием внешнего давления и осадки сооружения.

**Ключевые слова:** метод наблюдений, устойчивость инженерного сооружения.

**Abstract.** In given article it is told about methods of supervision over deformations of the bases and constructions. Calculation of stability of an engineering construction is made and on the basis of this calculation the forecast of behavior of an engineering construction that allows to prevent a wrong choice of a platform under building of an engineering construction becomes. In article the method of inclinometer supervision which gives the chance to receive continuously deformations of a ground under the influence of external pressure and construction deposits is given.

**Keywords:** a method supervision, stability of an engineering construction.

Для наблюдений за деформациями оснований и сооружений применяются геодезические, наклономерные и геодинамические методы наблюдений. При этом между ними должна быть установлена самая тесная связь, т.е. комплексный подход к результату смещений оснований инженерных сооружений.

Геодезические методы наблюдений до 70-50-х годов являлись основными [1], [2]. Недостаток данных методов это их дискретность и в настоящий момент они являются контрольными, т.к. требуется момент начала разлома фундаментной плиты и точка начальных деформаций.

К не геодезическим относятся методы, и приборы, с помощью которых определяется перемещения в плане или по высоте двух соседних наблюдаемых марок объектов. Приборы, применяемые для подобных измерений, закрепляют вблизи сооружения (глубокие реперы и скважины наклономеры) либо непосредственно на сооружении или внутри него таким образом, чтобы они перемещались вместе с сооружением (наклономеры, стойки, термометрические датчики).

Помимо собственных наблюдений за деформациями приводят исследования физико-механических свойств грунтов основа-

ния, измерения напряжения под подошвой фундамента и в узких сооружениях, измерения температуры грунтового основания фундаментной плиты сооружения, уровня грунтовых вод. Данные физико-механических наблюдений необходимы для выявления характера деформаций оснований инженерных сооружений и установленные осадки и горизонтальные смещения.

Определение предельной нагрузки на фундаментную плиту и решение задачи Пендаля для жесткого использовались в работах Кроличенко В.Ф. [3,4] Лейтес В.С., Кроличенко О.В.

Пределом анализа предельного состояния является задача прогнозирования поведения строящегося и в дальнейшем эксплуатируемого инженерного сооружения, то есть деформации и осадка этого инженерного сооружения.

При этом необходимо вычислить параметры и величины, характеризующие упругие и прочностные свойства горных пород, при этом надо учитывать сведения о проведении их во времени. Расчетная (аналитическая) часть решения задач такого рода сопряжена со значительными математическими трудностями, поскольку горные породы по своим упругим свойствам являются исключительно неоднородной средой, а в основе расчетов лежат сложные дифференциальные уравнения теории упругости.

Для того чтобы получить аналитическое решение указанных задач часто приходится исходить из предложения, что упругие параметры материала являются постоянными величинами, т.е. решения получают на основе линейной теории упругости. Такие величины отличаются строгостью постановки задачи, а полученные результаты, как правило, обладают однозначностью и представляют большой интерес. Однако результаты этих вычислений и опытные данные заметно различаются между собой; причем если при малых напряжениях и при напряжениях, близких к предельным, расхождения между расчетными и опытными данными являются весьма значительными. Связано это с тем, что практически все горные породы являются существенно нелинейными и при больших напряжениях модель линейной упругости для них является весьма грубым

приближением. Поэтому выводы, полученные путем аналитического решения, используются преимущественно для качественного анализа напряженно-деформированного состояния массива.

Упругость большинства горных пород мало соответствует модели линейно-упругого тела. Это означает, что их модули упругости не являются постоянными величинами. Для описания напряженно-деформированного состояния массива горных пород законы Гука можно использовать только при условии, что модули упругости считают функции от напряжений. Как указывается в [1], нет определенного типа функции, аппроксимирующей зависимость модулей упругости от напряжений (или деформаций). Для выбора вида этой функции используют экспериментально снятые диаграммы напряжения – деформация. Поскольку описание экспериментальных данных производятся эмпирическими формулами, т.е. феноменологические, то, следовательно, выбор типа аппроксимирующей функции в какой-то мере субъективен. На практике используют степенную, комбинированную степенную, дробно-линейную и другие типы зависимостей. Основанием при выборе типа зависимости является лучшее соответствие условиям задачи, экспериментальным данным и удобство пользования [1].

При некоторых геофизических исследованиях (например, изучении процессов подготовки очага землетрясения) и решения инженерно-технических задач на устойчивость, напряженно-деформированное состояние массива горных пород изучается при напряжениях, близких к пределу прочности пород. В этом случае лучше всего использовать дробно-линейную или экспоненциальную типы зависимостей, каждая из которых позволяет одной формулой описывать предельное и допредельное состояния. Для этого в формулы вводятся параметры, характеризующие пределы прочности материала, вследствие чего поведение упругих модулей вблизи предельного состояния соответствует экспериментально установленному факту усиления нелинейности пород при напряжениях, близких к разрушающим.

При дробно-линейной зависимости [1] формулы для модулей упругости имеют вид:

$$\mu = \mu_0(1 - \tau/\tau_s) \quad (1)$$

$$E = E_0(1 - \sigma_x/\sigma_s) \quad (2)$$

$$K = k_0(1 + \rho/\theta_{np}k_0) \quad (3)$$

где  $\mu_0$ ,  $E_0$ ,  $k_0$  - соответственно модуль сдвига, модуль Юнга и объемный модуль при исчезающе малых напряжениях;  $\tau_s$ ,  $\sigma_s$  - соответствующие значения пределов прочности (для пластичных-текущих) при сдвиге и сжатии (растяжении);  $\theta_{np}$  - предельное значение объемной деформации при всестороннем сжатии;  $\tau$ ,  $\sigma_x$ ,  $\rho$  - текущие значения напряжений сдвига, сжатия (или растяжения) и всестороннего давления соответственно.

Приведенные формулы являются следствием модернизации закона Гука дробно-линейной зависимостью между касательными напряжениями и деформациями, что было предложено еще в 1931 г. С.П. Тимошенко. Легко видеть, что (1) и (2) не симметричны по отношению к знаку напряжений. Это требует уточнения. По-видимому, для горных пород более правильным следует считать формулы, в которых содержатся квадраты или модули напряжений, так как на него действуют как нормальные, так и касательные напряжения.

Нормальные и касательные напряжения, действующие на элемент породы, вызывают соответствующие деформации его граней. Нормальные составляющие напряжений вызывают деформации сжатия элемента или растяжения, а касательные напряжения - деформации сдвига граней.

При практическом пользовании формулами (1)-(3) решающую роль играет выбор значений предельных напряжений. Осуществляется это на основании теории прочности и экспериментальных данных. Для горных пород наиболее часто применяется теория Мора [2]. Она отличается наглядностью и учитывает различие пределов прочности при одноосном растяжении и сжатии. Основным элементом этой теории, как известно [1,2], является построение предельной диаграммы Мора и ее огибающей. Для многих материалов считается, что огибающая кругов Мора является прямой линией, в связи с чем изучение предельного со-

стояния упрощается. Для большинства горных пород ввиду сильной нелинейности их упругих и прочностных характеристик огибающую кругов Мора нельзя считать прямой линией, т.е. для этих пород она нелинейна. Кроме того, для одной и той же горной породы вид и положение огибающей на диаграмме изменяется, а зависимости от физических условий ее залегания (влажности, температуры, состава подземных вод). Поскольку при наличии парового давления подземных вод прочность пород на сдвиг существенно снижается, то характер огибающей будет заметно зависеть от величины этого давления. Отметим, что изменения характера этой огибающей, ее нелинейность, а также нелинейность упругих постоянных необходимо учитывать при изучении предельного состояния любых массивов горных пород. Кроме упомянутых выше нелинейных свойств, горные породы обладают еще и ползучестью, которая связана с переходом упругих деформаций в пластические, необратимые. Ползучесть в той или иной мере присуща всем твердым телам, как кристаллическим, так и аморфным, подвергнутым любому виду нагрузок. Ползучесть имеет место при температурах от криогенных до близких к температуре плавления. Деформация и скорость ползучести при постоянной нагрузке увеличивается с ростом температуры. Ползучесть, усиливается как в формулах (1)-(4), так и в предельных диаграммах Мора. Поэтому практическое применение формул и диаграмм требует известной осторожности. Поскольку в допредельном состоянии ползучесть имеет долговременный и монотонный характер, то без особого риска их можно использовать при изучении геофизических и геотехнических процессов, имеющих короткопериодный характер, тем более, что в случае многократного деформирования необратимые деформации "выкачиваются".

На примере задачи о предельном напряженном состоянии откосов горных пород покажем, к каким результатам приводят нелинейность огибающей кругов Мора. Особенностью этой задачи является то, что здесь ясны исходные условия и аналитические вычисления почти всегда поддаются опытной проверке. Кроме того, задача в

практическом отношении весьма важна для строительства инженерных сооружений повышенного риска.

Рассматривая в дальнейшем данную задачу как о предельной поверхностной нагрузке на жесткопластический массив (рис.1) получим известную формулу Л. Прендаля [3].

$$\sigma_y(1.2) = -\tau_s(1 + 1,5\pi - \theta, 5\pi + \sin\theta, 5\pi) = -\tau_s(2 + \pi) \quad (4)$$

где  $\tau_s$  – предельно-касательное напряжение на площади  $S$ ;  $\sigma_y$  – среднее напряжение по оси  $y$ .

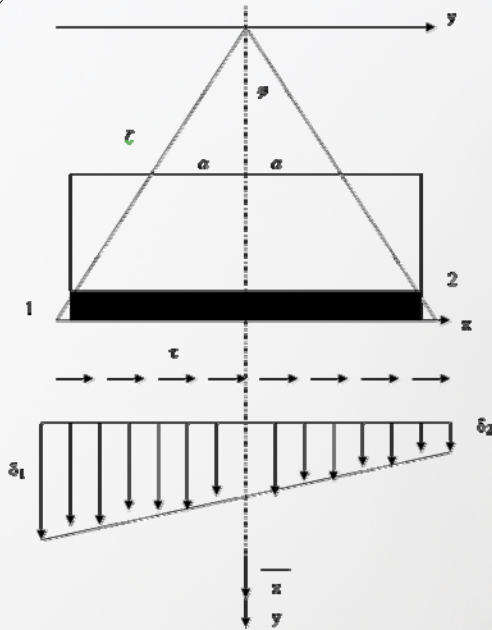


Рис.1. Задача о предельной поверхностной нагрузке на жесткопластический массив

Но в нашем случае мы убеждаемся, применяя предложенный метод, что нагрузки на грунтовый массив равномерные и таким образом на рис. 2 показано решение задачи Прендаля определения деформаций.

В области 1, в пластической среде

$$\begin{aligned} \sigma_y &= 2\tau_s(1 + 0,5\pi); \\ \sigma_x &= -\pi\tau_s, \tau_{xy} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

В области 3

$$\begin{aligned} \sigma_y &= 0; \\ \sigma_x &= -2\tau_s; \\ \tau_{xy} &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

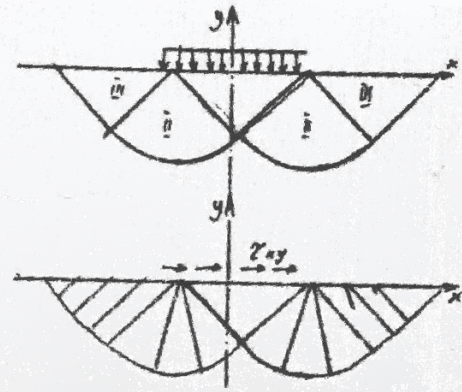


Рис.2. Определение деформаций для решения задачи Прендаля

Формулы (1)-(6) приемлемы как для расчета осадок инженерных сооружений, так и для выбора строительной площадки. Метод наклономерных наблюдений дает возможность непрерывно получать деформации грунта под воздействием внешнего давления и осадки сооружения, а по трудоемкости и стоимости он в 10 раз дешевле, чем все перечисленные методы наблюдений. Данная методика найдет широкое применение при изысканиях и строительстве инженерных сооружений и связанных с деформациями инженерных сооружений повышенной рискованности, возникающего из-за неоднородности насыпного грунта и неудовлетворительного свайного основания под фундаментом сооружения. Такими фундаментами являются основания по ряду АЭС и физических и электромагнитных установок научного плана, а так же ряда гидростанций построенных более 40 лет назад.

### Литература

1. Капустян Э.С. Разрушение и повреждения бетонных плотин на скальных основаниях. М- Санкт Петербург.: 1997
2. Кроличенко В.Ф. Определение смещений и абсолютной осадки сооружений методом наклономерных наблюдений // Геодезия и аэрофотосъемка – 2000 - №5
3. Барковский Е.В. Автоматизированная наклономерная система и ФЗ РАН (автореферат) - М.: 1985.
4. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения / Минстрой России М.: ГПЦПП, 1996.-70 с.

(с) Кроличенко О.В., 2011

УДК 528.21, 528.241

**ПРИМЕР ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИ EGM 2008 ПО АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

AN EXAMPLE OF ESTIMATING THE ACCURACY OF THE MODEL EGM 2008 TO ASTRONOMICAL AND GEODETIC DATA

**Баранов В.Н. / Baranov V.N.**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству / Doctor of Tech. Sci., head of the chair "Geodesy and geoinformatic", The State University Use Land Planning

тел. 8-499-2610998

e-mail: [geo.guz@mail.ru](mailto:geo.guz@mail.ru)**Королевич В.В. / Korolevich V.V.**

Аспирант кафедры геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству / Postgraduate student of the chair "Geodesy and geoinformatic", The State University Use Land Planning

e-mail: [ya.korolevich2011@yandex.ru](mailto:ya.korolevich2011@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе проводится общая оценка точности составляющих уклонения отвеса на территории европейской части России, полученных по модели EGM2008. Для этого мы воспользовались существующими картами уклонения отвеса, полученными по астрономическим наблюдениям с привлечением гравиметрических данных, точностью 0,7-0,8". По результатам сравнения точность для разных областей получилась разной. В работе сделана попытка оценить зависимость точности полученных уклонений отвеса от степени аномальности гравитационного поля территории.

**Ключевые слова:** уклонение отвеса, точность, гравитационное поле, ковариация, расстояние корреляции.

**Abstract.** In this article considers the estimate accuracy deflection of the plumb-line of the European part of Russia, obtained with the model EGM2008. We used existing maps deflection of the plumb-line obtained by astronomical observations with the assistance of gravity data for this purpose. Accuracy comparing the results for different areas get different. In this paper we attempt to estimate the dependence of the accuracy deflection of the plumb-line extent of the anomalous gravitational field.

**Keywords:** deflection of the plumb-line, the accuracy, the gravitational field, covairance, correlation distance.

В настоящее время при проведении геодезических работ, если их точность характеризуется относительной погрешностью  $10^{-6}$ , необходимо учитывать аномальность поля силы тяжести [1]. Данные об аномальности поля силы тяжести можно получить из гравитационных моделей. Первые отечественные модели, появившиеся еще в 1930-е годы, содержали гармоники до 6-8-й степени [2]. В течение 2006-2008 годов в ЦНИИ-ГАиК совместно с 29 НИИ МО подготовлена модель гравитационного поля Земли ГАО-2008, по уровню детальности соответствующая разложению в ряд по сферическим функциям до 360-ой степени. В качестве исходных данных при выводе этой модели использовались наземные и морские гравиметрические измерения, альтиметрические данные и спутниковые орбитальные данные международных космических проектов GRACE и CHAMP. В этой модели в отличие от модели ГАО-98 используются данные межспутниковых измерений и уточненная система погрешностей по трапециям  $30' \times 30'$  [3].

Из зарубежных аналогов в свободном доступе на сайте Национального агентства геопроостранственной разведки США (NGA) [4] находится наиболее точная на сегодняшний день гравитационная модель Земли

EGM 2008 степени и порядка 2159, которая содержит дополнительные сферические гармонические коэффициенты до степени 2190. Это свидетельствует о том, что данная модель может учитывать достаточно высокий уровень аномальности гравитационного поля. Любая модель учитывает ограниченную степень и порядок гармонических коэффициентов, отсюда следует, что более высокий уровень аномальности гравитационного поля будет отображаться с большей погрешностью. Практический интерес представляет оценка точности модели EGM2008 для разных участков земной поверхности.

Очевидно, любая модель адекватно представляет гравитационное поле в условиях отсутствия притягивающих масс, т.е. выше уровня физической поверхности Земли. Ниже этого уровня до поверхности уровенного эллипсоида можно говорить только об аналитическом продолжении искомых величин. Для карты уклонений отвесных линий уклонения отвеса даны на физической поверхности Земли. В этой связи нами выполнена работа по определению уклонения отвеса по модели EGM2008 для 825 точек при различных геодезических высотах ( $H$ ,  $H=100\text{м}$ ,  $H=200\text{м}$ ). Полученные для 15 точек результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1.

Составляющие уклонения отвеса при различных геодезических высотах

№ точки	B			L			$\xi'$			$\eta'$		
	о	'	"	о	'	"	H=0м	H=100м	H=200м	H=0м	H=100м	H=200м
1	56	0	0.4	35	59	52.6	3.53	3.52	3.52	-2.40	-2.34	-2.32
2	56	0	0.4	36	14	52.6	3.39	3.39	3.38	-3.10	-3.09	-3.06
3	56	0	0.5	36	29	52.6	3.11	3.09	3.08	-1.30	-1.30	-1.29
4	56	0	0.5	36	44	52.7	2.25	2.23	2.22	0.50	0.48	0.49
5	56	0	0.5	36	59	52.7	1.75	1.74	1.72	1.40	1.38	1.39
6	56	0	0.5	37	14	52.7	1.43	1.41	1.39	3.20	3.18	3.18
7	56	0	0.5	37	29	52.7	1.06	1.03	1.01	4.30	4.28	4.27
8	56	0	0.5	37	44	52.7	0.53	0.51	0.49	4.60	4.55	4.55
9	56	0	0.5	37	59	52.7	0.00	-0.01	-0.03	4.30	4.33	4.34
10	56	0	0.5	38	14	52.8	-0.21	-0.23	-0.24	5.50	5.48	5.48
11	56	0	0.6	38	29	52.8	-0.41	-0.43	-0.45	7.10	7.03	7.01
12	56	0	0.6	38	44	52.8	-1.24	-1.26	-1.27	6.50	6.45	6.44
13	56	0	0.6	38	59	52.8	-2.49	-2.49	-2.48	5.50	5.47	5.46
14	56	0	0.6	39	14	52.8	-3.55	-3.54	-3.53	4.10	4.10	4.11
15	56	0	0.6	39	29	52.8	-4.42	-4.40	-4.38	3.90	3.89	3.88

Для рассматриваемого случая разность уклонений отвеса при различных высотах не превышает  $0,1''$ . Следовательно, мы можем выполнить предварительную оценку

точности, полагая, что геодезическая высота точек  $H=0$ .

По данным модели EGM 2008 были найдены составляющие уклонения отвеса на



европейскую часть Российской Федерации для трех различных по степени аномальности областей, для которых уже существуют карты уклонения отвеса (рис.1). Изолинии на картах проведены через 1". Карты, на рис.

1 приведены в схематичном виде, чтобы показать их сходство.

Для количественной оценки точности модели были получены карты разностей  $\eta - \eta^{EGM}$  имеющихся уклонений отвеса и вычисленных по EGM2008 (рис.2).

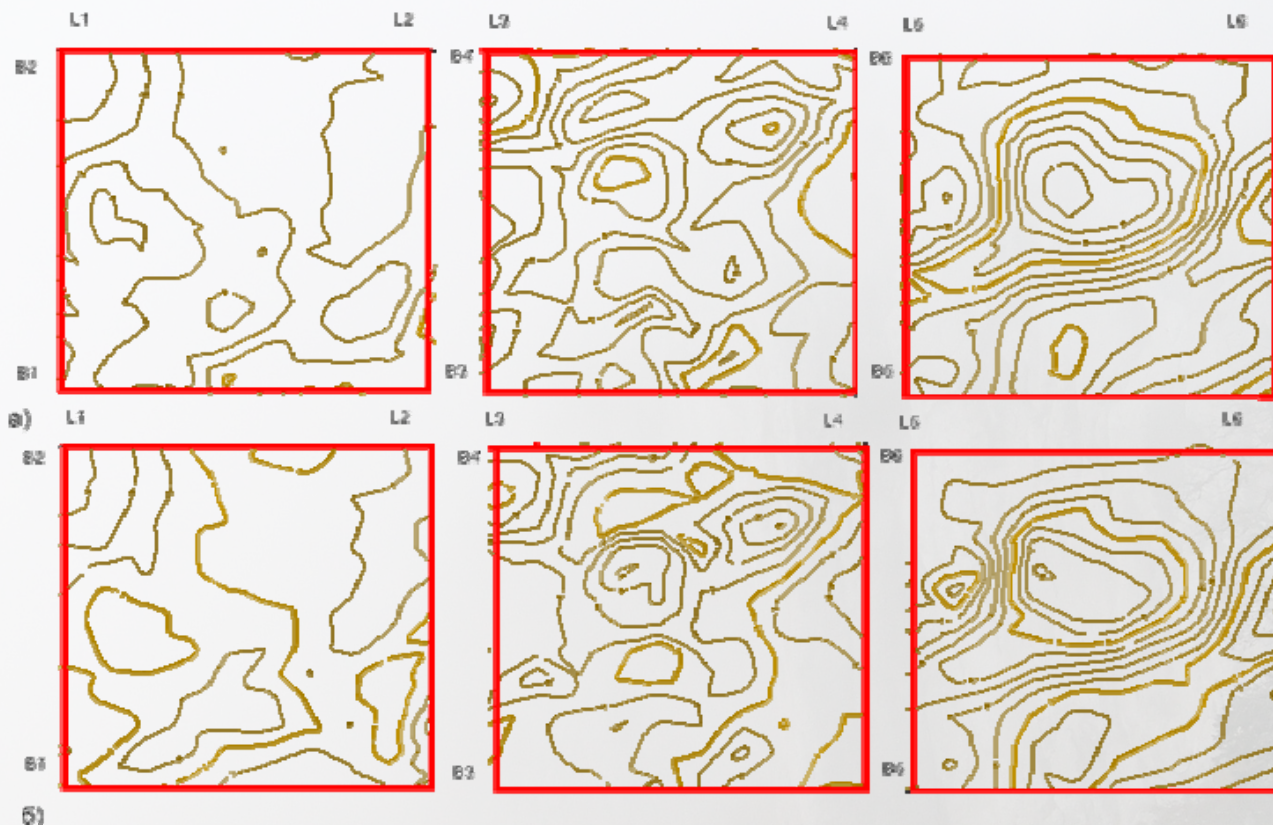


Рис.1 Карты составляющей уклонения отвеса в первом вертикале  
а) существующие, б) полученные по данным EGM2008

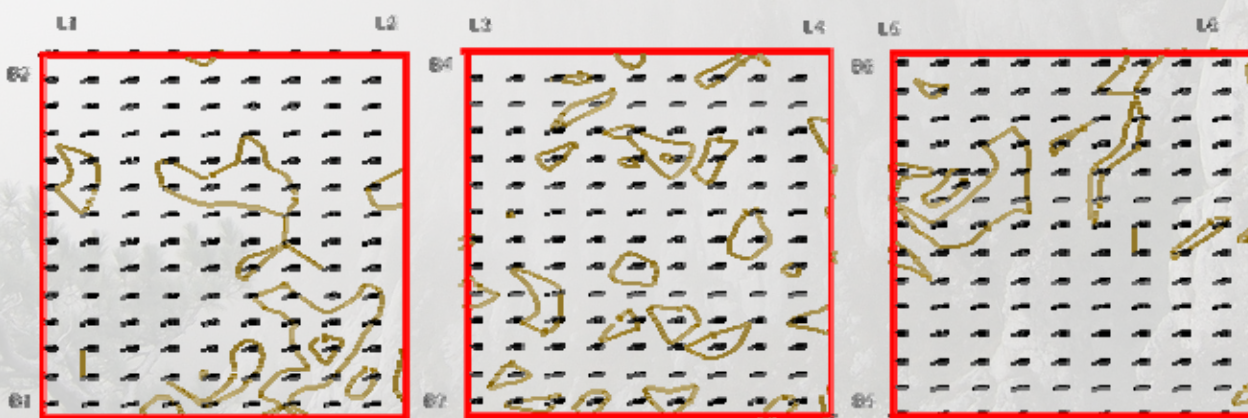


Рис.2. Карты разностей  $\eta - \eta^{EGM}$  составляющих уклонения отвеса в меридиане

Для карт на рис. 2 были определены СКП разностей  $\eta - \eta^{EGM}$  по формуле (1)

$$m = \sqrt{\frac{\sum((\eta - \eta^{EGM}) - (\eta - \eta^{EGM})_{cp})^2}{n}}, \quad (1)$$

где  $\eta$  - составляющая уклонения отвеса в первом вертикале,  $\eta^{EGM}$  - составляющая уклонения отвеса в первом вертикале, полученная по модели EGM 2008.

СКП разностей равна 0,42", 0,48" и 0,37" соответственно для 1-й, 2-й и 3-й области. Полученные погрешности являются

удовлетворительными, учитывая, что изолинии на картах уклонений отвеса, определенных астрономо-геодезическим путем, получают с погрешностью 0,6"-0,8".

Далее для оценки связи СКП со структурой поля находим эмпирическую ковариационную функцию. Для построения эмпирической ковариационной функции (ЭКФ) вычислим ковариации для различных расстояний между исходными пунктами. С этой целью каждую зону разделим на квадраты со стороной 16 км, для каждого квадрата найдем среднее значение уклонения отвеса по изолиниям. Получив среднее зна-

чение уклонения для всего участка, вычислим центрированные уклонения по формуле (2):

$$\tilde{\eta}^{EGM} = \eta^{EGM} - \eta_{cp}^{EGM}. \quad (2)$$

Далее для вычисления ковариации подсчитываются произведения уклонений отвеса для точек, удаленных на 16, 32, 48 и 64км. Вычислять ковариации для больших расстояний нецелесообразно. По суммам произведений уклонений найдем ковариации для разных расстояний (табл.2).

Таблица 2.

Ковариация для различных расстояний

№ области	Расстояние, км			
	16 км	32 км	48 км	64 км
1	0.74	0.36	0.13	-0.09
2	1.05	0.27	0.05	-0.04
3	4.18	1.97	-0.39	-2.11

Найдем существенные параметры эмпирической ковариационной функции по формулам (3)-(5).

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta^{EGM^2}, \quad (3)$$

Расстояние корреляции  $\zeta$  найдем по графикам на рис. 3, для него ковариация равна половине дисперсии. Расстояние корреляции равно 26.1км, 19.1км, 28.2 км для трех областей соответственно.

Параметр кривизны равен:

$$\chi = \frac{G}{D} \zeta^2, \quad (4)$$

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{(\eta_i^{EGM} - \eta_{i+1}^{EGM})^2}{nr}, \quad (5)$$

где  $n$  – число разностей  $\tilde{\eta}_i^{EGM} - \tilde{\eta}_{i+1}^{EGM}$ ,  $r$  – расстояние для рассматриваемого случая.

Результаты вычислений приведены в табл.3.

Таблица 3.

Существенные параметры эмпирической ковариационной функции

№ области	D	ζ	G	χ
1	1.00	26.10	0.002	1.326
2	1.79	19.10	0.005	0.999
3	5.01	28.20	0.009	1.445

Определенную эмпирически ковариационную функцию использовать непосредственно нельзя, поэтому аппроксимируем ее с помощью моделей Джордана и Хирвонена соответственно (6-7) и по полученным данным строим данные ковариационных функций (рис.3).

$$C(r) = D \left( 1 + \frac{r}{d} - \frac{1}{2(r/d)^2} e^{-rd} \right), \quad (6)$$

где  $d = \zeta/1.0956$  [5];

$$C(r) = \frac{D}{(1+(r/\zeta)^2)}. \quad (7)$$

## Графики ковариационных функций

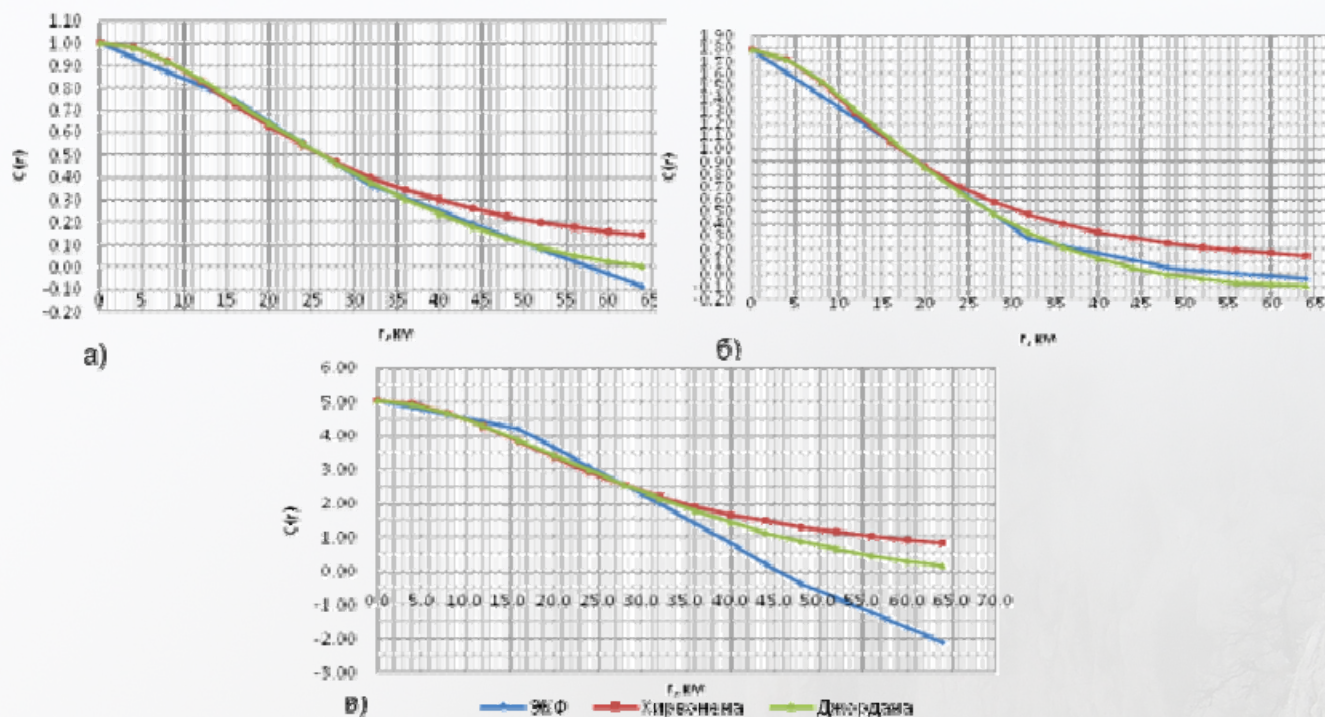


Рис.3. Графики ковариационных функций: а) для 1 области, б) для 2 области, в) для 3 области

Из табл.3 следует, что для тех областей, где меньше интервал корреляции, СКП разностей  $\eta - \eta^{EGM}$  будет больше.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. СКП разностей  $\eta - \eta^{EGM}$  характеризует высокий уровень точности модели EGM2008, сравнимую с точностью определения уклонения отвеса астрономо-геодезическим методом;
2. Некоторое снижение точности наблюдается в районах с большей аномальностью;
3. Полученные ковариационные функции имеют разные существенные параметры. Аномальность поля характеризуют дисперсия и интервал корреляции. Естественно предположить, что для меньшего интервала корреляции и большей дисперсии, погрешность представления поля будет возрастать. В нашем случае для интервала корреляции  $\zeta = 26.1 \text{ км}$  СКП = 0,42"; для  $\zeta = 19.1 \text{ км}$  СКП = 0,48"; для  $\zeta = 28.2$  СКП = 0,37".

4. Предварительная оценка подтверждает необходимость проведения дальнейших исследований в этом направлении.

## Список литературы:

1. Огородова Л.В. Высшая геодезия. Часть III. Теоретическая геодезия: учебник для ВУЗов; М.; Геодезкартиздат, 2006.
2. Непоклонов В.Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования. «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», 2009, №2 (33), с.72—763.
3. <http://geod.ru/ru/about/>
3. <https://www1.nga.mil/Pages/default.aspx>
4. 5.Огородова Л.В. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу Теория фигуры Земли и планет. Определение ковариационной функции аномалии силы тяжести в локальной области, Москва, МИИГАиК, 1987.

(с) Баранов В.Н., Королевич В.В., 2011

УДК 528.7

## ЛИНЕЙНАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ЗАСЕЧКА

### LINEAR PHOTOGRAMMETRY AN INTERSECTION#



**Цветков В.Я. / Tsvetkov V. Ja.**

Доктор технических наук, профессор Московского государственного университета геодезии и картографии, Заслуженный деятель науки и образования Российской Федерации / Doctor of Tech.Sci., professor of The State University of geodesy and cartography, Honored worker of science and education of Russian Federation.

e-mail: [cvj2@mail.ru](mailto:cvj2@mail.ru)

**Аннотация.** В статье описывается линейное решение прямой и обратной фотограмметрической засечки. Метод не требует предварительных значений элементов ориентирования и не накладывает ограничений на углы наклона фотоснимка. В качестве исходных данных задаются координаты опорных точек местности и координаты их изображений на снимке. Прямая засечка решается по снимкам как с одинаковыми, так и с разными элементами внутреннего ориентирования.

**Ключевые слова:** Фотограмметрия, фотоснимки, засечка, проектирование.

**Abstract.** In paper the linear solution direct and return фотограмметрической an intersection is presented. The method does not demand a tentative value of elements of orientation and does not impose restrictions on a picture slope. In the capacity of initial data co-ordinates of datum points of locality and co-ordinate of their images in a picture are set. The intersection dares on pictures both with equal, and with different elements of internal orientation.#

**Keywords:** Photogrammetry, pictures, an intersection, designing.#

При решении задач реставрации по архивным снимкам, при исследовании внеземных территорий и других задачах – возникает задача нахождения элементов ориентирования снимка при произвольных начальных значениях. В существующей практике обратная фотограмметрическая засечка решается методом последовательных приближений при известных начальных приближениях. Недостатком этого подхода является ограничения на углы наклона.

В свою очередь прямая фотограмметрическая засечка также решается искусственным методом под условием компланарности, то есть нахождения проектирующих лучей в одной плоскости.

Все это обусловлено тем, что уравнения связи координат снимка и точек местности, выраженные через элементы внешнего и внутреннего ориентирования, снимка являются нелинейными.

Покажем как эти уравнения можно преобразовать в линейные при условии замены известных элементов ориентирования на новые постоянные параметры, связанные с этими элементами.

На практике для описания связи между координатами точек снимка  $x, y$  и координатами этих же точек  $X, Y, Z$  на местности используют уравнения коллинеарности (1).

$$\left. \begin{aligned} x &= x_0 - f \frac{a_{11}(X - X_s) + a_{21}(Y - Y_s) + a_{31}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \\ y &= y_0 - f \frac{a_{12}(X - X_s) + a_{22}(Y - Y_s) + a_{32}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь  $x_0, y_0$  – координаты главной точки снимка,  $X_s, Y_s, Z_s$  – координаты точки фотографирования  $a_{ij}$  – элементы матрицы направляющих косинусов.

В этих формулах предполагается что масштаб по осям  $Ox, Oy$  одинаковый. Следствием этого является равенство значений фокусных расстояний  $f$  в формуле (1) в уравнениях для координат  $x, y$ .

На практике возможны случаи различных масштабов (анаморфотная связка), что дает два разных фокусных расстояния  $f_x$  и  $f_y$

Для дальнейших выводов используем скобочное обозначение векторов, которое использовал еще лауреат Нобелевской премии А.М.П.Дирак. В этих обозначениях:

- $\langle \quad |$  - Вектор строка.
- $| \quad \rangle$  - Вектор столбец
- $\langle \quad | \quad \rangle$  скалярное произведение.

Введем в рассмотрение трехмерные вектора:  $|XS\rangle = |X_s, Y_s, Z_s\rangle$ ;  $|U\rangle = |X, Y, Z\rangle$ ;  $\langle aa1| = \langle a_{11}, a_{12}, a_{13}|$ ;  $\langle aa2| = \langle a_{21}, a_{22}, a_{23}|$ ;  $\langle aa3| = \langle a_{31}, a_{32}, a_{33}|$ .

В этом случае выражения (1) примут вид (2), (3). Осуществляя линейные преобразования, приходим к формулам (4)-(5).

$$x = x_0 - f(\langle a11|U\rangle - \langle a11|XS\rangle) / (\langle a33|U\rangle - \langle a33|XS\rangle) \quad (2)$$

$$y = y_0 - f(\langle a22|U\rangle - \langle a22|XS\rangle) / (\langle a33|U\rangle - \langle a33|XS\rangle) \quad (3)$$

$$x = \frac{f \langle aa1|U\rangle - x_0 \langle aa3|U\rangle + x_0 \langle aa3|XS\rangle - f \langle aa1|XS\rangle}{\langle aa3|XS\rangle - \frac{\langle aa3|U\rangle}{\langle aa3|XS\rangle} + 1} \quad (4)$$

$$y = \frac{f \langle aa2|U\rangle - y_0 \langle aa3|U\rangle + y_0 \langle aa3|XS\rangle - f \langle aa2|XS\rangle}{\langle aa3|XS\rangle - \frac{\langle aa3|U\rangle}{\langle aa3|XS\rangle} + 1} \quad (5)$$

Затем, Выполняя несложные преобразования, выделяя  $U$ , получаем систему (6)-(7).

$$x = -\frac{\langle A1|U\rangle + A_4}{\langle A3|U\rangle + 1} \quad (6)$$

$$y = -\frac{\langle A2|U\rangle + A_8}{\langle A3|U\rangle + 1} \quad (7)$$

Выражения для векторов  $A$  и их компонент в (6-7) определяются из (3-4). Например, для вектора  $A1$  будем иметь выражение

$$\langle A1| = -\frac{f \langle aa1| - x_0 \langle aa3|}{\langle aa3|XS\rangle}$$

В общем вектора  $A$  имеют компоненты, включающие только постоянные величины.

- $\langle A1| = \langle A_1, A_2, A_3|$ ;
- $\langle A2| = \langle A_5, A_6, A_7|$ ;
- $\langle A3| = \langle A_9, A_{10}, A_{11}|$ ;

При переходе от векторной записи (5-6) к скалярной получим следующие выражения.

$$x = \frac{A_1 X + A_2 Y + A_3 Z + A_4}{A_9 X + A_{10} Y + A_{11} Z + 1} \quad (7)$$

$$z = \frac{A_5 X + A_6 Y + A_7 Z + A_8}{A_9 X + A_{10} Y + A_{11} Z + 1} \quad (8)$$

Выражения (7-8) позволяют построить линейную систему уравнений для нахождения параметров  $A$ , связывающих координат точек снимка  $x, y$  и координаты этих же точек  $X, Y, Z$  на местности. Для одной точки с опорными координатами будет иметь место пара уравнений относительно неизвестных  $A$ :

$$A_1X + A_2Y + A_3Z + A_4 - A_9xX - A_{10}xY - A_{11}xZ = x \quad (9)$$

$$A_5X + A_6Y + A_7Z + A_8 - A_9yX - A_{10}yY - A_{11}yZ = y \quad (10)$$

Наличие 6 опорных точек позволяет решить линейную систему уравнений типа (9-10). Это линейная обратная фотограмметрическая засечка. Между коэффициентами  $A$  и элементами ориентирования снимка существует однозначная зависимость, которая позволяет определить элементы ориентирования снимка [1, 2, 3].

Если коэффициенты  $A$  определены, то система (9-10) позволяет составить систему уравнений для определения координат точек  $X, Y, Z$  на местности по координатам  $x, y$  изображений этих точек на снимке. Каждый снимок дает пару уравнений относительно неизвестных  $X, Y, Z$ .

$$(A_1 - A_9x)X + (A_2 - A_{10}x)Y + (A_3 - A_{11}x)Z = A_4 \quad (11)$$

$$(A_5 - A_9y)X + (A_6 - A_{10}y)Y + (A_7 - A_{11}y)Z = A_8 \quad (12)$$

Для второго снимка с координатами  $x, y$  изображений этих точек и параметрами  $A$  будет иметь место

$$(\underline{A}_1 - \underline{A}_9x)X + (\underline{A}_2 - \underline{A}_{10}x)Y + (\underline{A}_3 - \underline{A}_{11}x)Z = \underline{A}_4 \quad (13)$$

$$(\underline{A}_5 - \underline{A}_9y)X + (\underline{A}_6 - \underline{A}_{10}y)Y + (\underline{A}_7 - \underline{A}_{11}y)Z = \underline{A}_8 \quad (14)$$

Система (11-14) переопределена и решается относительно  $X, Y, Z$ . Очевидно что система (11-14) может дополняться други-

ми снимками, а в целом дает возможность решения мульти коллинеарной засечки. То есть прямой засечки, получаемой по координатам неограниченного количества снимков с разными элементами внутреннего ориентирования.

Исследования показали [4], что такая засечка решается и при нарушении условия компланарности, которое является обязательным при классическом подходе.

Такой подход позволяет эффективно определять координаты точек в во многих ситуациях когда классические методы неприемлемы..

### Литература

1. Цветков В.Я. Методика обработки снимков неправильной формы // В кн. Развитие и использование аэрокосмических методов изучения природных явлений и ресурсов. - Новосибирск.: СО АН СССР, ИГИГ, ВЦ СО АН СССР, 1979, с. 56 – 63
2. Цветков В.Я. Программа определения проективных характеристик архивных снимков // Программное средство инв. N ГОСФАП 50890000091. - М.: ВНИЦентр, 1989. - 18 с.
3. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н. . Цветков В.Я. Прикладная геоинформатика. - М.: МаксПресс, 2005 -360 с.
4. Цветков В.Я., Хлебникова Т.А. Исследование прямой фотограмметрической засечки // Геодезия и картография. - 1987. - N 2. - с. 48 - 51

(с) Цветков В.Я., 2011

УДК 528.7

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА ЛИНЕЙНЫЙ ОБЪЕКТ

CREATION EXPERIENCE ORTOPHOTOPLANS WITH USE OF THE DATA OF AIR LASER SCANNING ON LINEAR OBJECT



**Варварина Е.А. / Varvarina E.A.**

Аспирант кафедры аэрофотогеодезии Государственного Университета по Землеустройству, ведущий специалист отдела развития ОАО «ОПИИ» / Post-graduate student to chair airphoto-geodesy State University Of Land Use Planning, The leading expert of department of development OPIN.

e-mail: [varvarinakatya@rambler.ru](mailto:varvarinakatya@rambler.ru)

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен и подробно описан опыт создания ортофотоплана с использованием цифровой аэрофотосъемки, данных воздушного лазерного сканирования и определения координат центров фотографирования на линейный объект. Так же произведена оценка точности.

**Ключевые слова:** Фотограмметрия, Ортофотоплан, ортофототрансформирование, фототриангуляция, координаты центров фотографирования, планово-высотная привязка, внешнее ориентирование фотограмметрической модели, воздушное лазерное сканирование, оценка точ-

ности ортофототрансформирования, линейные объекты.

**Abstract.** In the given work creation experience orthophotoplan with use digital airphotosurvey, the data of air laser scanning and definition of coordinates of the centers of photographing on linear object is considered and in detail described. As the accuracy estimation is made.

**Keywords:** Photogrammetry, orthophotomaps orthorectification, secondary control, the use of coordinates of the centers photography, horizontal and vertical tie-in, external orientation of photogrammetric models, airborne laser scanning, orthorectification accuracy assessment, linear objects.

В настоящее время воздушное лазерное сканирование прочно вошло в повседневную практику. Имея ряд практических технологических преимуществ, воздушное лазерное сканирование широко используется в топографо-геодезических, инженерно-изыскательских, землестроительных и экологических работах, например, с большим успехом методы воздушного лазерного сканирования (воздушной лазерной локации) применяются для создания цифровых моделей рельефа местности и насыщенных городских ландшафтов, таксации леса, про-

гнозирования зон затопления, мониторинга береговой линии, мониторинга газо-, нефтепроводов, мониторинга линий электропередач и многого другого.

Возможности технологии воздушного лазерного сканирования особенно в tandem с традиционными аэрофотосъемочными и фотограмметрическими методами весьма эффективны и могут представлять альтернативу классическому фотограмметрическому (методу создания и обновления топографических карт и планов всего масштаба ряда. Съемка линейных объектов

является классическим приложением технологии воздушного лазерного сканирования – примерно четверть всех воздушных лазерных сканеров в мире используется именно для этой цели. Такие работы активно ведутся и в нашей стране.

В данной работе рассмотрен опыт создания ортофотопланов на линейный объект с применением метода воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки.

Аэрофотосъемочные работы были выполнены следующим образом: на борт летательного аппарата были установлены:

Широкоформатная цифровая аэросъемочная камера Vexcel UltraCam D (формат кадра 17310x11310 пикселей), разрешение на местности (GSD) составило 8.6 см, высота фотографирования- 1000 м, кроме того на борт летательного аппарата был установлен аэросъемочный лазерно-локационный комплекс ALTM 3100 (его технические характеристики приведены ниже в таблице 1), так же использовался для наземной поддержки двухчастотный GPS/GLONASS приемник Hi-Target V9-S (Точность в плане: 2.5 мм+ 1мм/км, Точность по высоте: 5 мм+ 1мм/км).

Таблица 1.

Технические характеристики аэросъемочного лазерно-локационного комплекса ALTM 3100

<b>Количество регистрируемых отражений лазерного импульса</b>	до 4 измерений дальностей по каждому импульсу, включая последнее отражение
<b>Регистрация интенсивности</b>	Динамический диапазон 12 bit для каждого измерения
<b>Частота сканирования</b>	70 Гц
<b>Угол сканирования</b>	Изменяемый; от 0 до ± 25°, с шагом ±1°
<b>Результат сканирования</b>	Угол сканирования x Частота сканирования ≤ 1000
<b>Компенсация кренов</b>	Частота обновления 5 Гц (Угол сканирования + Угол комп. крена = 30°, напр. ± 20° дает ± 10° компенсации)
<b>Ширина полосы съемки</b>	1000 м
<b>Система геопозиционирования</b>	POS AV™ 510 (OEM) включает встроенный 72-канальный GNSS приемник (GPS и GLONASS)
<b>Частота излучения лазера (В режиме нескольких целей)</b>	70 кГц (максимум AGL 2.5 км)
<b>Жесткий диск для хранения данных</b>	Прочный, заменяемый жесткий диск, (7 часов непрерывной записи при частоте лазера 100 КГц)
<b>Расхождение лазерного луча</b>	Двойное расхождение: 0.25 мrad (1/e) и 0.8 мrad (1/e), номинальное *;
<b>Класс лазера</b>	Класс IV (FDA CFR 21)
<b>Габариты и вес блока управления</b>	653 мм x 591 мм x 485 мм, 55 кг
<b>Габариты и вес лазерного сенсора</b>	298 мм x 249 мм x 437 мм, 23 кг

Таким образом, в полете одновременно происходили процессы: аэрофотосъемки (непосредственно получение цифрового изображения местности), определение координат центров фотографирования каждого снимка (нахождение 3 элементов внешнего ориентирования снимка) и лазерное сканирование местности (построение цифровой модели местности).

Съемка проводилась одним маршрутом (по направлению юг-север) и состояла

из 16 снимков. В полете были определены координаты центров фотографирования, так же на местности были определены координаты 45 опорных точек, 5 из которых использовались в качестве опорных, остальные 40 использовались в качестве контрольных. Опорные точки были выбраны таким образом, что бы создать максимально благоприятную геометрию для уравнивания сети фототриангуляции ( конвертный вариант-четыре точки располагались по углам мар-



шрута, а пятая приблизительно в геометрическом центре). Из-за специфики развития маршрутной фототриангуляции опорные точки располагались в крайних в маршруте тройных перекрытиях, обеспечивая их максимальное удаление от оси маршрута, «центральная» же опорная точка располагалась на оси маршрута - на оси автомобильной дороги перед полетом был начерчен крест размером 1 м на 1 м, и в его центре и была установлена опорная точка. Таким же образом были зафиксированы некоторые контрольные точки. Однако, надо заметить что контрольные точки выбирались не только на оси маршрута но и на разном расстоянии от нее.

Далее процесс создания ортофотоплана осуществлялся уже по классической схеме, однако стоит заметить, так как в полете уже были определены линейные элементы внешнего ориентирования каждого снимка, процесс построения и уравнивания сети фототриангуляции был значительно упрощен: в программном обеспечении MicroStation были проделаны следующие операции – загружен файл проекта полета (в данный файл были внесены все параметры съемки : фокусное расстояние, высота фотографирования, так же проложен маршрут съемки с присвоенными номерами снимков), загружен файл с координатами центров фотографирования каждого снимка (тем самым были определены элементы внешнего ориентирования), загружены непосредственно снимки; далее выполнялось построение сети фототриангуляции. Программное обеспечение MicroStation позволяет производить построение фототриангуляционной сети в полуавтоматическом режиме. А именно, отмечая координаты первой связующей точки на первом снимке, на экране в соседнем (одном или нескольких) диалоговом окне появляется соседний снимок с зоной попадания первой связующей точки. Таким образом, вручную необходимо только поправить положение этой точки на соседнем снимке. Далее была построена фотосхема для корректировки и контроля ЦМР.

В данной работе, наиболее эффективно было использовать регулярную цифровую модель рельефа. Построение ЦМР

производилось в ПО Microstation по данным воздушного лазерного сканирования, точкам лазерного отражения класса «земля». Все облако точек лазерного отражения было разбито на несколько классов по высоте. Построение ЦМР выполнялось автоматически, но с ручной корректировкой. В ПО Microstation синхронно выводилось 2 окна: первое окно- уже построенная ЦМР в виде облака точек (или поверхности, построенной на основе триангуляции Делоне), второе окно- идентичное изображение на фотоплане (идентификация 2-х окон происходит благодаря единой системе определения элементов фототриангуляционной сети и точек лазерного отражения).

Технически возможно просмотреть и отредактировать ЦМР (например если в автоматически построенной ЦМР на фоне общего ровного участка выделяется резкий перепад высот (холм или впадина), то такую ситуацию необходимо проконтролировать на фотосхеме.

В данной работе на протяжении всего маршрута контролировалась высота асфальтного покрытия и насыпей. Так же, в ПО Microstation есть техническая возможность построить профиль объекта, используя точки лазерного отображения. Тем самым обеспечиваются дополнительные возможности по изучению линейных объектов. Далее, согласно технологической схеме создания ортофотопланов проводится этап ортофототрансформирования.

Формирование цифрового ортофотоплана производилось из смежных цифровых трансформированных снимков с одинаковыми размерами элементарных участков по выбранным границам фрагментов («линиям пореза»), полученных со смежных снимков. Границы «порезов» выбирались посередине зон перекрытий снимков. Необходимо, чтобы «Линии порезов» не пересекали высотные объекты и объекты- ориентиры, линейные объекты пересекали под прямым углом. Цветовая коррекция производилась автоматическим методом, контроль проводился методом визуального сравнения, обращая внимание на тональность и оптическую плотность на стыках фрагментов соседних снимков (допускается до 0,15 ед. – Инструкция по фотограмметрическим работам

для создания цифровых топографических карт и планов), так же особое внимание уделялось идентичности цветов.

Далее был произведен контроль точности ортофототрансформирования и его оценка. Контроль точности был осуществлен по координатам 40 контрольных точек, определенных ранее.

По инструкции по фотограмметрическим работам для создания цифровых карт и планов остаточные расхождения в плановых координатах контрольных точек должны быть не более (1):

$$M_{xy} = 0,5 \text{ мм} \cdot M_{\text{созд.}} \quad (1)$$

где  $M_{\text{созд}}$  - знаменатель масштаба создаваемого плана.

Рассчитаны величины расхождений на контрольных точках:

- Максимально расхождение составило 0,862 м
- Среднее расхождение составило 0,489 м
- Средняя квадратическая ошибка составила 0,526 м.

В результате выполненных работ недопустимых погрешностей не обнаружено.

Создание ортофтопланов с применением данных воздушной лазерной локации, определением координат центров фотографирования является комплексным и эргономичным методом, который приобретает все большую популярность, как в нашей стране, так и за рубежом.

(с) Варварина Е.А., 2011

**ADVECTIVE HEAT FLUX AT THE BATS SITE (SARGASSO SEA)****АДВЕКТИВНЫЙ ПОТОК ТЕПЛА В САРГАССОВОМ МОРЕ (СТАНЦИЯ BATS)****Климчук Е.И. / Klimchuk E.I.**

Инженер Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета» / Research technician of State Research Center “Planeta”

e-mail: [kuchmilk@gmail.com](mailto:kuchmilk@gmail.com)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования горизонтального потока тепла в океане по метеорологическим данным и данным о вертикальном распределении температуры на станции BATS (Bermuda Atlantic Time Series project) в Саргассовом море. Приведены расчеты адвективного потока тепла с 1988 по 2008 год. Проанализированы причины поступления адвективного потока тепла на различных глубинах.

**Ключевые слова:** Адвективный поток тепла, профиль температуры, запас тепла в океане, межгодовая изменчивость.

**Abstract.** Results on advective heat flux analysis in open ocean based on meteorological and vertical temperature (CTD) profiles for the period 1988-2008 from BATS site are presented. Method for horizontal heat flux calculation is explained in details. Main reasons of coming horizontal heat are given for different depth distribution.

**Keywords:** Advective heat flux, temperature profiles, ocean heat storage, heat flux ratios, interannual variability.

### Introduction

One of the most important scientific problems nowadays is the global climate change. Processes which occur in the atmosphere and the ocean connected with each other and atmospheric fluctuations taken place in North Atlantic reflected in changing hydrological characteristics within the ocean. The nature of interaction between the ocean and atmosphere has been the subject of intense debate [2, 21]. Ocean's great role in the climate system belongs to ability store and transport heat, fresh water (and carbon) over a wide range of time and space scales [9]. Nowadays scientists make attempts in understanding and quantifying ocean's heat and freshwater transport for the reason to build reliable models of the climate system [22].

In heat redistribution between latitudes system of global oceanic gyres plays an important role. Recent studies [5,29] show that North Atlantic Subtropical Gyre during last several years was changing its position, slowing down and as a sequence carrying less heat. Data set from the Bermuda Atlantic Time series Study site (Sargasso Sea) located approximately in the middle of the North Atlantic Subtropical gyre can assist in understanding long term variability processes and identify the reasons of changes which taking place. Moreover the BATS site region is influenced by mesoscale eddy variability. Fig.1 shows distribution of sea level anomalies, measured by satellite Jason-1, Jason-2. Using these images we can easily recognize eddy persistence and give a brief characteristic of upper ocean layer. To analyze the quantity of

heat and water that system transfers and store within the area components of heat balance and origin of advection processes on different depths should be estimated and clarified.

This study include estimation of depth-averaged heat storage and advection heat fluxes, net surface heat flux based on monthly CTD and meteorological hourly data for almost 20 years (1988-2008). In discussion main reasons for different depths is done including mesoscale eddy variability passing by the site; advection heat flux imbalance index estimated and analyzed.

### Study area

The BATS site is located in the western North Atlantic subtropical gyre, in Sargasso Sea area, about 80 kilometers southeast of Bermuda. BATS – Bermuda Atlantic Time Series project was started in 1988 as a part of US Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) program. Monthly cruises collect data at the BATS site in deployment area of 31°40'N and 64°10'W (before July, 1994 31°45'N and 64°10'W). Bottom depth at the BATS deployment area is ~ 4680 m. The BATS site is dominated by weak geostrophic recirculation, with net flow towards the southeastern coast of North America and high eddy energetic [24]. Mesoscale eddies between about 10 and 500 km in diameter with persistence for periods of days to months are common in Sargasso Sea [18].

These eddy phenomena include cold core rings dominated in Gulf Stream area and smaller cyclonic and anti-cyclonic eddies, associated with cold and warm temperature anomalies (fig.2). Anticyclonic eddies relatively poor in nutrients (i.e. nitrates, phosphates, and silicates), eddies rotating cyclonically due to subsequent intensification caused by interaction with surrounding features are reasonable for sporadic nutrient injections into the surface layer [16,28]. Processes of eddy pumping also provide flux of nutrients into the euphotic zone. Eddy pumping is a process by which mesoscale eddies induce isopycnal displacements that lift nutrient-replete waters into the euphotic zone, driving new primary production [23]. Thus freshly upwelled, cool, nutrient-rich waters in the center of a cold core eddy are a feast for

phytoplankton. Ocean eddies provide an important role in displacement of water and heat masses, nutrients in the upper layer of the ocean. Eddy heat transport significantly influences the heat balance of strong currents and tropical areas [8, 19].

### Data

Two types of data are used in this study: BATS station dataset and Bermuda Weather Service data, which are described below.

#### *a. BATS data-hydrography*

A long-term time series of hydrological data includes samples from CTD instrument and niskin bottles. A Sea Bird CTD instrument package is mounted on a 24-position General Oceanics Model SBE 32 rosette containing 12 Teflon-coated Niskin bottles [11]. The instrument package includes sensors for continuous measurement of pressure, temperature, conductivity, dissolved oxygen, and fluorescence. Continuous CTD data are calibrated by water collected in discrete Niskin bottle samples on the rosette. Data processing includes sensor corrections, empirical field calibrations and quality control analysis [24].

Monthly casts (fig.3) latitude and longitude, depth (h, m), pressure (P, mbar), temperature (Tsst, °C) and salinity (S, psu) data were used started October, 1988 to December, 2007; during that time 230 cruises were made.

The BATS site temperature profiles for the vicinity of 10 km from June, 1994 to December 2007 (fig.4) characterized by deep winter mixing (range ~200 m) and strong summer thermal stratification. Temperature distribution in the Sargasso Sea is characterized by presence of several layers: surface layer (100-150m.), where temperature varies from 28 to 19-20°C; then layer with weak vertical temperature gradient (temperature from 19-20 to 16,5-17°C), with a presence of a large body of nearly isothermal water (18°C) between 200-600m. Deeper there are main thermocline waters with temperature decreasing from 16,5/17,5-7,5°C at depth of 1000 - 1200 meters. Then temperature varies from 5 to 2°C [26]. Differences in the seasonal cycle of the Sargasso Sea relate to variability of winter mixing depth and 18°C mode water formation. The upper ocean layer at BATS site

is highly variable on timescales ranging from | diurnal to seasonal, annual, and interannual.

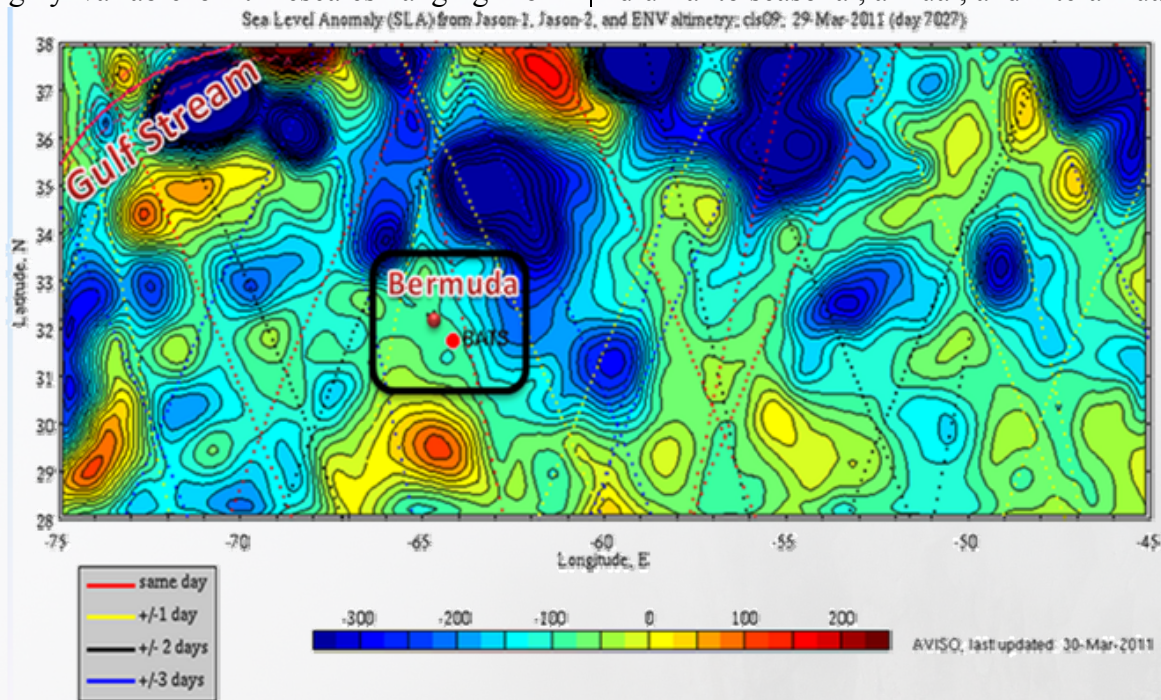


Fig.1. Sea level anomaly in the Sargasso Sea from Jason-1, Jason-2 for March, 29 2011 (<http://science.whoi.edu/users/valery/altimetry>)

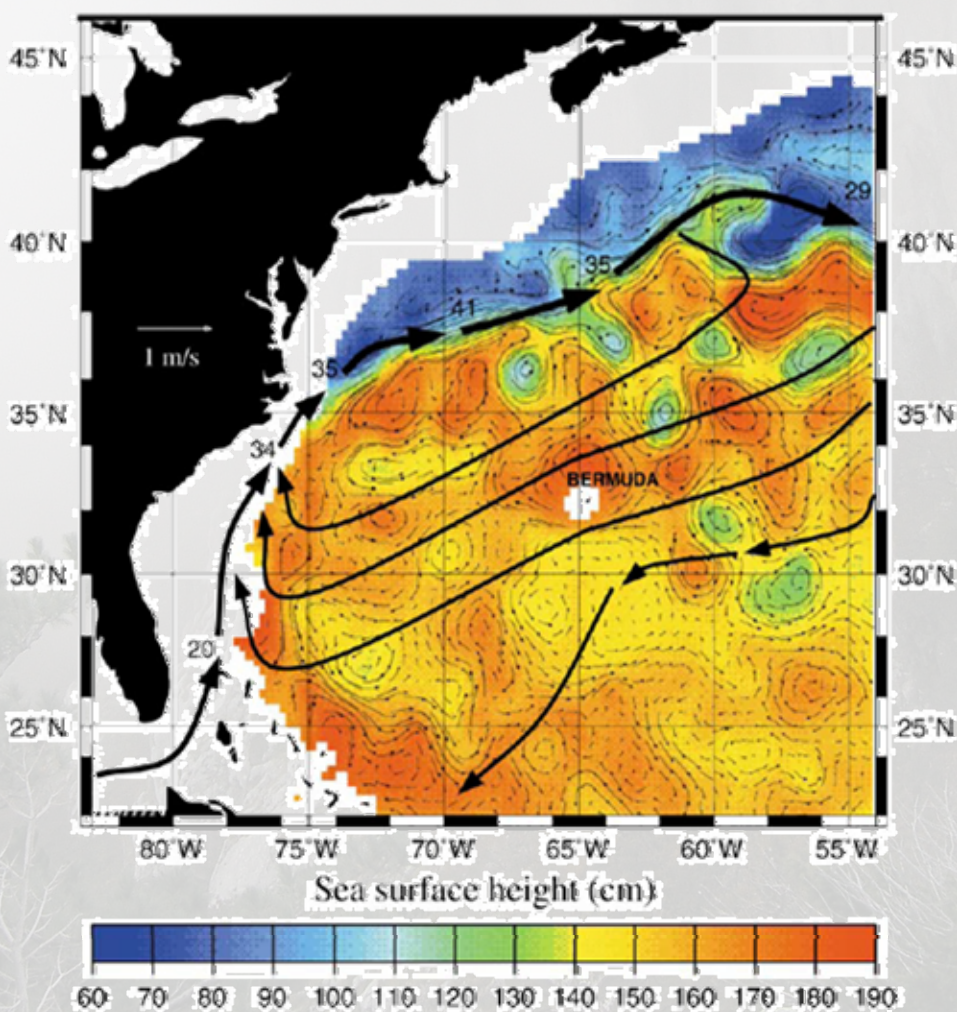


Fig.2. Sea surface height (SSH) satellite image of the Sargasso Sea area, illustrating typical mesoscale variability; thick black lines represent geostrophic velocities, from [23]

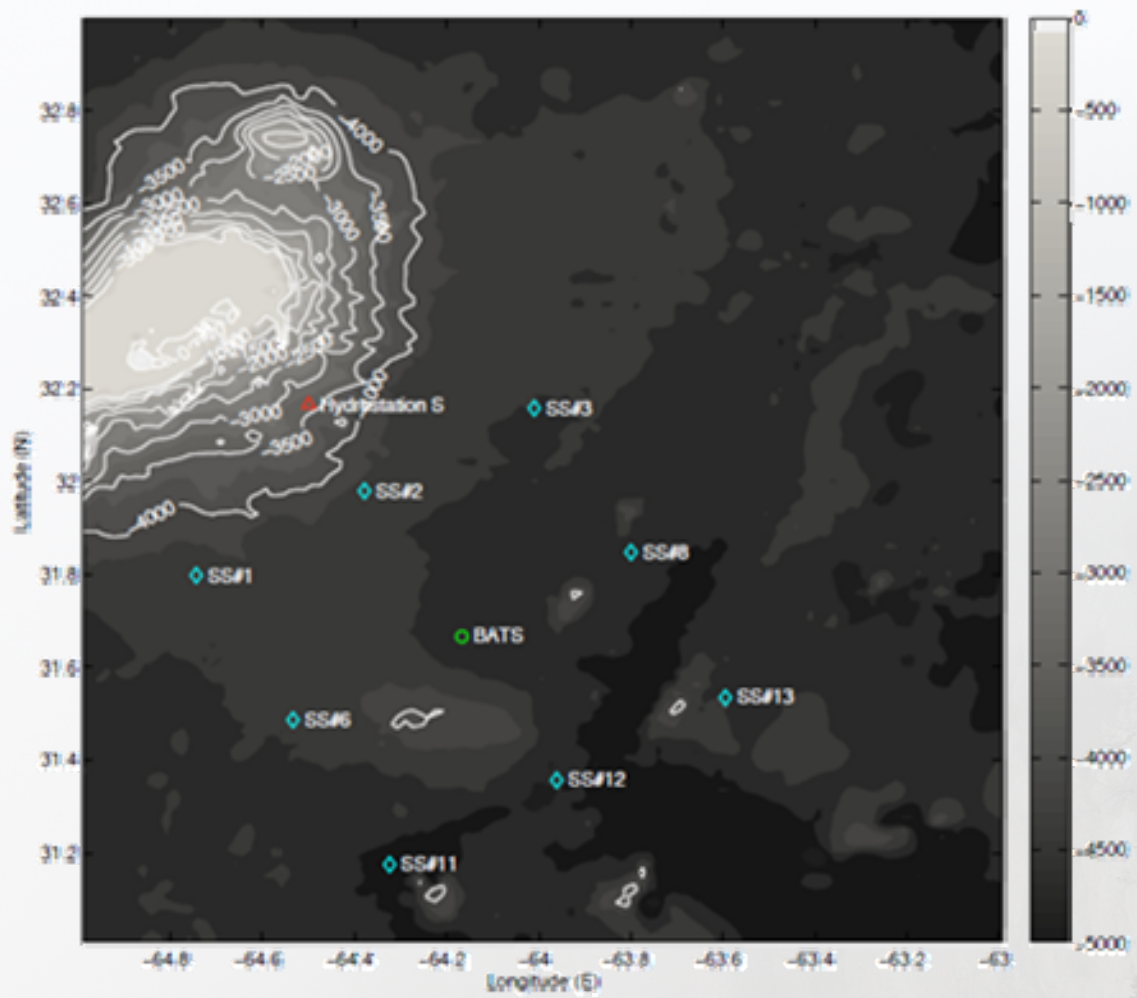


Fig.3. Monthly position for CTD casts (BATS site in the middle)

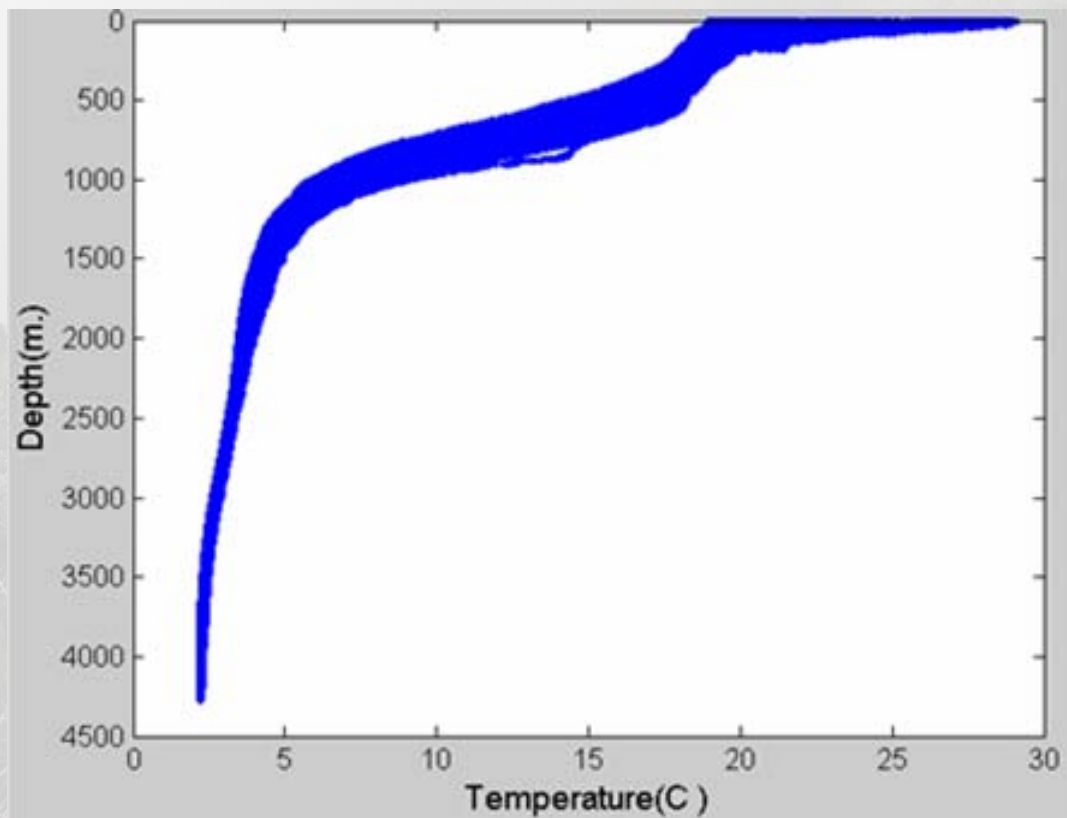


Fig.4. Temperature profiles from BATS dataset 1994-2007

### *b. Meteorological data*

The Bermuda Weather Service is Bermuda's national meteorological service, provides public, marine, tropical and aviation weather forecasts as well as warnings and climate related services. Data obtained in collaboration with Bermuda International Airport include hourly air temperature, pressure, humidity, wind speed and direction. Hourly surface in-situ measurements by Weather Radar and Automated Weather Observing System (AWOS) for the period from 01 January 1988 to 31 December 2007 contain wind direction, wind speed ( $U$ , m/s), total cloud cover ( $N$ , tenths), air temperature ( $T_a$ , °C), dew point ( $T_{dew}$ , °C), atmospheric pressure (mbar), solar short wave radiation ( $Q_{sw}$ ,  $W/m^2$ ) and rainfall (mm/hour). Total number of a measurement is 175321.

### **Method**

Calculations of total and regional fluxes of energy across the ocean surface is a study for oceanographers and meteorologists in order to estimate and understand changing produced by the ocean and atmosphere resulting in global transport of energy. Near half of the solar energy reaching the Earth is absorbed by the ocean and land where it is temporarily remain stored. Around 1/5 of the obtained solar energy is directly absorbed by the atmosphere [1]. Within the energy acquired by the ocean most of it released to the atmosphere by evaporation, convection or long-wave radiation. Rest is transported by strong western boundary currents, mesoscale eddies especially in midlatitudes. Solar energy stored in the ocean makes Earth's climate milder in summer. As ocean currents play significant role in transporting heat and freshwater masses within the latitudes, particularly in North Atlantic, and in this way affect climate change or sea level, it is important to estimate oceanic heat budgets, heat transports, analyze short and long term variability [25].

Imbalance between input and output of heat through the sea surface area or heat transport cause change of heat content within the ocean. A heat flux is a process of heat transfer across or through the surface. Heat

budget is the sum of all heat fluxes. The main components of heat budget are following:

- Short wave solar radiation- the flux of solar energy into the sea ( $Q_{sw}$ )
- Net long wave infrared radiation – the flux of infrared radiation from the sea ( $Q_{long}$ )

The turbulent exchange of heat between the ocean and atmosphere is due to sensible heat and latent heat flux.

- Sensible heat flux – the flux of energy carried due to conduction and convection ( $Q_{sens}$ )
- Latent heat flux - the flux of energy carried by evaporation or condensation ( $Q_{lat}$ )
- Advection heat flux – heat transported by currents, water masses, eddies etc. ( $Q_{adv}$ )

Total surface heat flux can be described as:

$$Q_{total} = Q_{sw} + Q_{long} + Q_{sens} + Q_{lat} \pm Q_{adv}, \quad (1)$$

where  $Q_{total}$  is the result from heat gain and loss. Units for heat fluxes are  $W/m^2$ .

### *Heat storage estimation*

From the standpoint of heat budget calculation the heat storage is the important term and estimated as:

$$H = mC_p \Delta T_{sst}, \quad (2)$$

where  $m = \rho V$  – mass of water column,  $C_p \approx 4,0 \cdot 10^3 (J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1})$  - specific heat capacity of sea water at constant pressure,  $T_{sst}$  denote monthly values for the depth-integrated temperature [17].

According to Stainberg D. [24] mixed layer depths in Sargasso Sea near the BATS site observed as 150-300m. in winter and 20 m. in summer periods. Thus calculations of heat storage were made for the depths 0-200m, 0-500m and difference between layers in order to identify the signals of mode water and deep water convective mixing which are coming to the BATS site from the north-east part of North Atlantic ocean. Estimated values for depth averaged heat storage in  $J/m^3$  can be observed in results section.

*Indirect calculation of fluxes*

Sensible and latent heat fluxes can be estimated by bulk formulas. The bulk radiational exchange equations are empirical and the coefficients must be determined [4].

The sensible heat flux is

$$Q_{sens} = \rho_a C_p C_s U (T_{sst} - T_a), \quad (3)$$

where  $\rho_a$  is the density of air,  $C_p$  is the specific heat of air at constant pressure,  $C_s$  is sensible heat transfer coefficient,  $T_{sst}$  and  $T_a$  – absolute sea surface (0-6m.) and air temperatures, respectively,  $U$  is the wind speed.

The bulk formula for evaporation is

$$Q_{lat} = \rho_a L C_L U (q_{sst} - q_a), \quad (4)$$

where  $L$  is the latent heat of evaporation,  $C_L$  is latent heat transfer coefficient,  $q_{sst} - q_a$  – specific humidity difference between sea surface and air (10m above the sea surface);  $C_s$  and  $C_L$  coefficients taken from [25].

Latent heat of evaporation is estimated following Jacquet J. [10] in J/kg:

$$L = 4186.8(597.1 - 0.57T_{sst}). \quad (5)$$

The infrared radiation  $Q_{long}$  has been computed from the equation used by Bunker A. [4]:

$$Q_{long} = -0.022 \cdot 0.96 T_a^4 (11.7 - 0.23 E_a) (1 - CN) - 4 \cdot 0.96 \sigma T_a^3 (T_{sst} - T_a), \quad (6)$$

where  $\sigma$  is the Stefan-Boltzmann constant,  $E_a$  is the water vapor pressure (at 10 m),  $C$  – variable cloud coefficient,  $N$  – cloud cover, taken from meteorological data set.

*Advection flux calculus*

Advection heat flux ( $W/m^2$ ) was estimated based on above ocean heat content, radiation and turbulent flux terms:

$$Q_{adv} = (\Delta_{Heat\ storage} / \Delta_{total\ surface\ heat\ flux}) \cdot \Delta_{time} \cdot 365.25 \cdot 25 \cdot 3600, \quad (7)$$

where  $\Delta_{Heat\ storage}$  is a difference in estimated heat content between BATS cruises ( $J/m^2$ ),  $\Delta_{total\ surface\ heat\ flux}$  ( $J/m^2$ ) is 1-dimensional surface heat flux change,  $\Delta_{time}$  is a time interval in days between cruises in seconds.

Advection heat flux values estimated for 0-200 m., 0-500 m. and 200-500 m. were then

averaged with depths ( $W/m^3$ ) for further analysis.

**Results***Heat storage and advection heat flux*

Estimated values for heat storage and advection heat flux at the BATS site for the mixed layer and below in  $J/m^3$  and  $W/m^3$  (depth averaged) from October 1988 to December 2007 (fig. 5, 6) demonstrate irregular variations within time range. Graphs illustrate clear seasonality, especially for upper ocean layer. Two minimums occurred nearly at 1995 and 2006, maximum denoted at 1998. Heat storage variability is characterized by low-frequency fluctuations with a 10 year periodicity, which is correlated with studies about multidecadal and decadal variability in North Atlantic [3,6,20]. Main cause for these variations is the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC), driven by density fluctuations in the convection regions. Mechanisms suggested for this relationship include variations in the meridional heat and salt transports causing basin scale fluctuations in surface temperatures ( $T_{sst}$ ) known as the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) [6,12,14]. Same distinct changing in variability for heat storage values in deeper ocean layers are not defined; some years show high frequent fluctuations in spring which can be a signal of deep convection occurred mostly in late winter-early spring.

Graphs of depth averaged advection heat flux measurements for 0-200m and 0-500m (fig.6) characterized by high frequency fluctuations, linear trends (at our methods of calculation) are not defined. However, low-frequency fluctuations within time scale can be observed.

Heat storage and horizontal advection for 300m depth (200-500m) (fig.7) repeat previous distribution of estimated values (fig.5,6) and do not represent any significant decadal or more variability. Heat storage estimated values have no any decadal variability. Since 1989 values increased within interannual scale and reached maximum around 2000 year then values declined till 2007. Depth averaged horizontal heat flux has no significant trends and seasonality, with mostly chaotic values distribution.



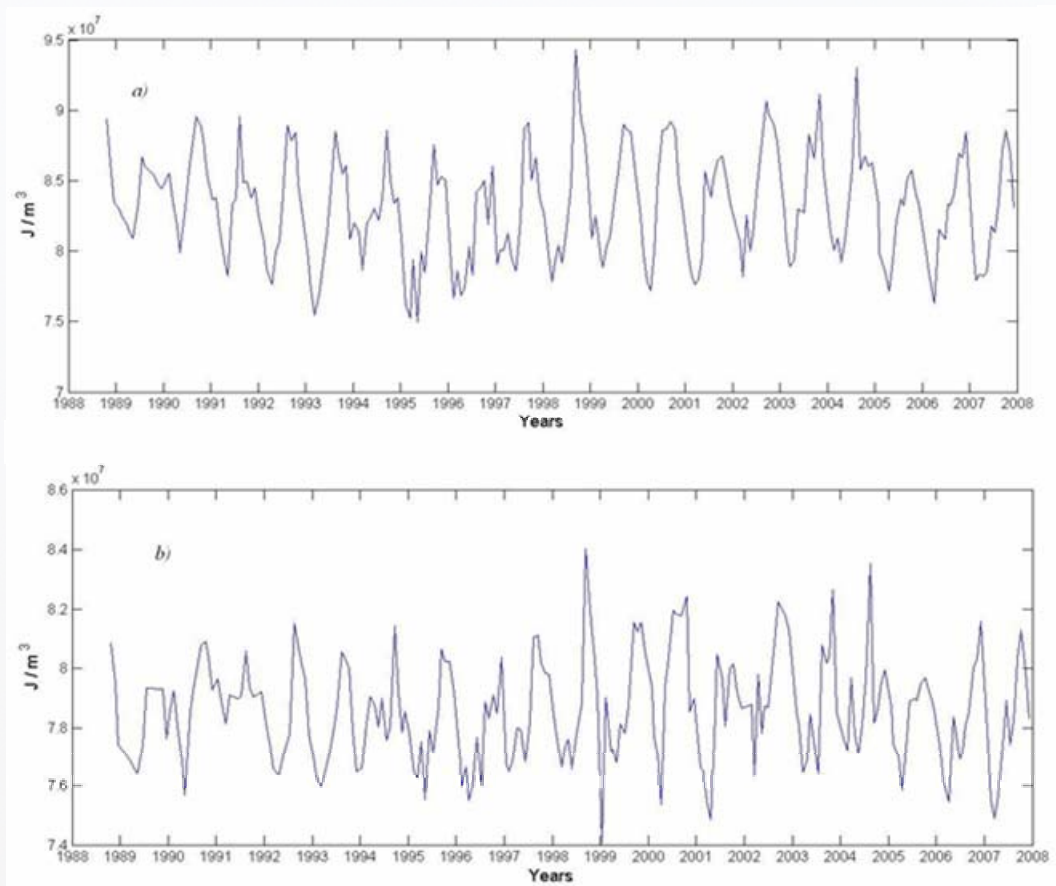


Fig.5 Depth-averaged values of heat storage ( $J/m^3$ ): a) for upper 200m. b) for upper 500m

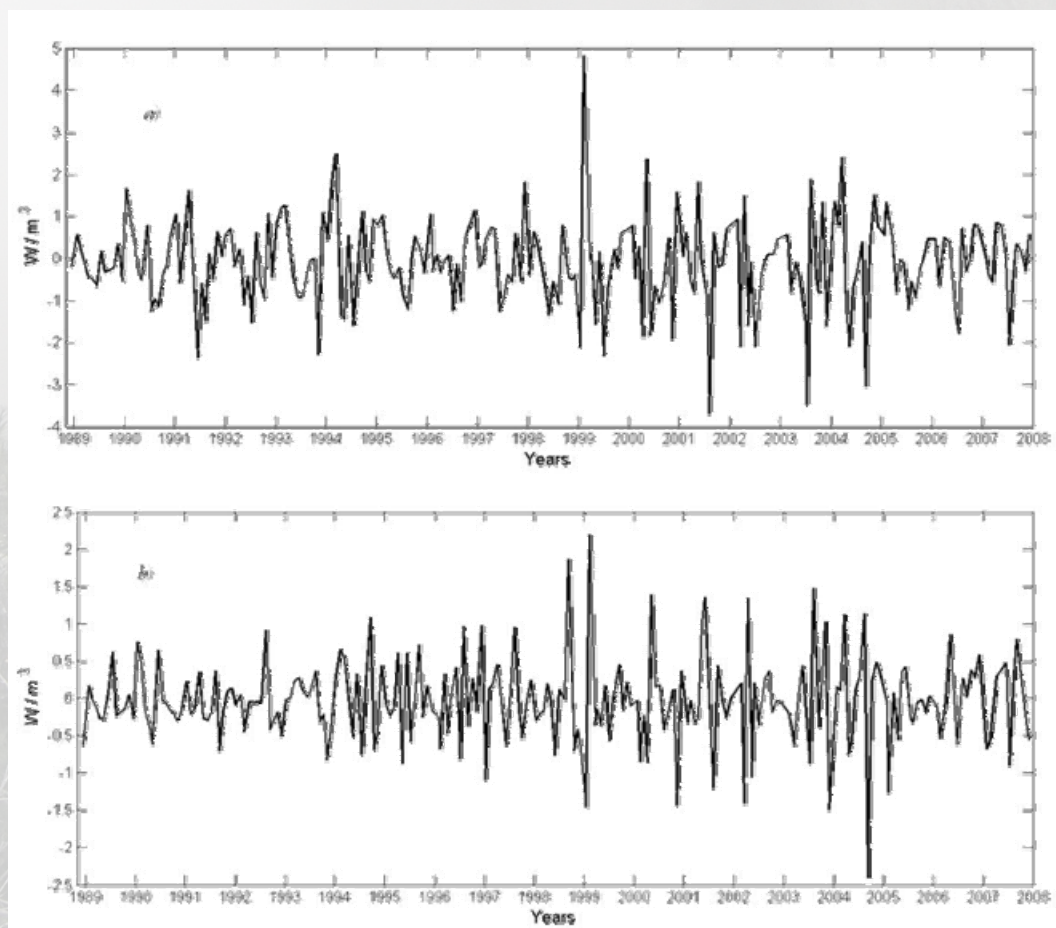
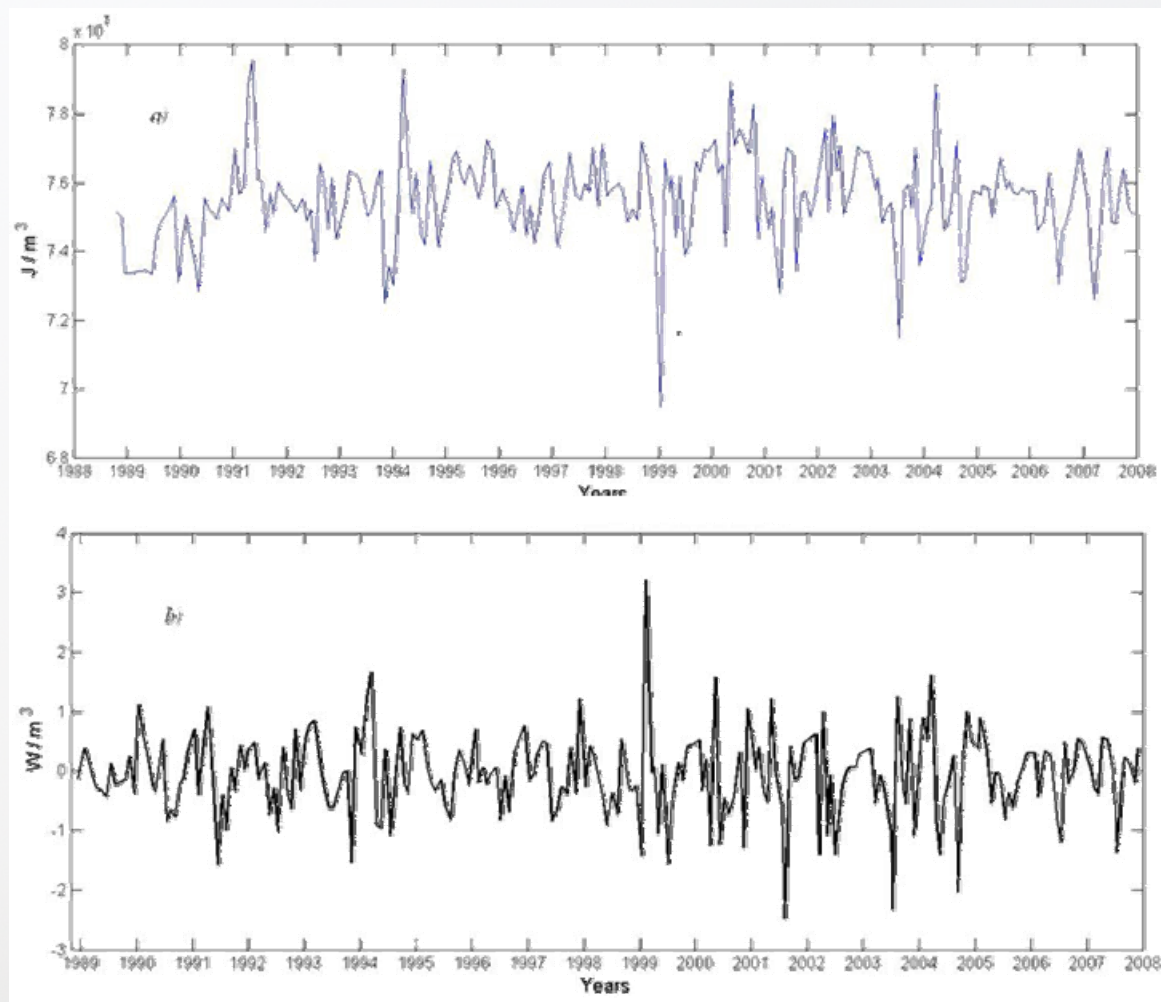


Fig.6 Depth-averaged advection heat flux ( $W/m^3$ ): a) 0- 200m. b) 0- 500m

In comparison to fig.7 heat storage for 0-200m mostly depends on local (surface heating, advection-diffusion, the Ekman pumping response) [7] and non local (horizontal flux) supply, in deeper layers from 200-500m (lower mixed layer depth) mostly pure advection heat flux component supplies

oceanic heat content. Quasi-advection from north-east of North Atlantic carries lenses of subtropical mode water (NA STMW) due to subduction at intermediate ocean depths and transport to the BATS site according to western intensification of STMW [15].

Fig.7 Depth-averaged (depth 200:500m) values for a) heat storage ( $J/m^3$ ), b) advection heat ( $W/m^3$ )

#### *Imbalance ratio*

Heat sources which come, remain and leave the BATS site are detected by imbalance ratio parameter. Equation (8) allows estimate and analyze values for system balance/imbalance:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Advection heat flux}}{\text{Mean}(\text{net surface heat flux})} \quad (8)$$

Values of this parameter are in range from 0 to  $\pm 10$  and further. Index number 0 responsible for one dimensional system (BATS site) balance,  $\pm 1$  – system is imbalanced due to

local one dimensional supply and finally, values in range  $\pm 10$  and more: system imbalance order of magnitude is greater than can be explained by local forcing. Imbalance ratios (fig.8) for 0-200, 0-500 and 200:500 meters depths lead to understanding inner ocean processes of heat origin coming to the BATS site. Index values within the time rate for 1989 to 2007 do not confirm seasonal variation of calculated parameters, eddy scale processes can be described as chaotic. Values below 0 (negative supply) detected not only in winter as was expected, but also in spring, summer and autumn (years 1995, 1997, 2004), conversely

positive supply observed in winter months for | years 1994, 1996, 1999.

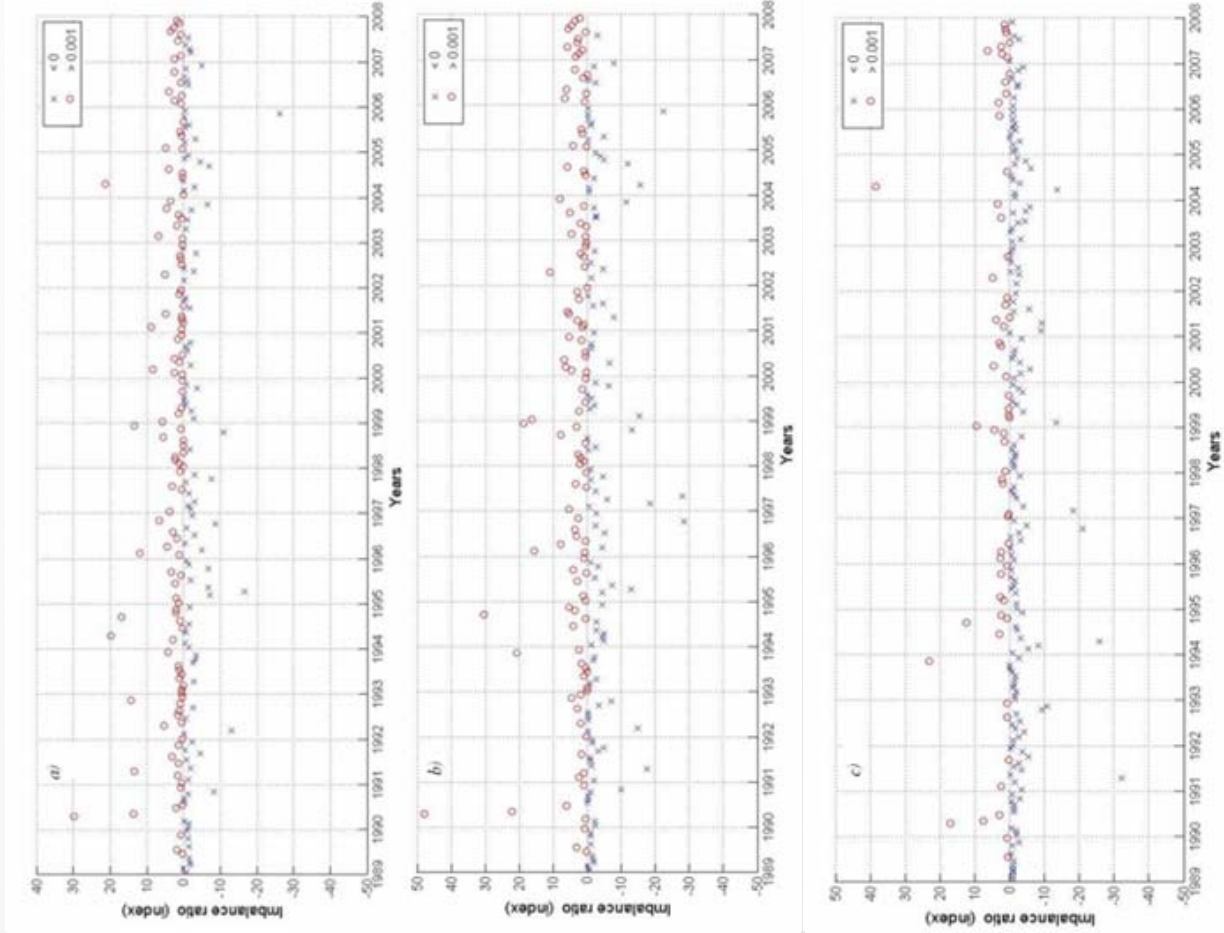


Fig.8 Imbalance ratios with positive and negative values for heat supply from 1989 to 2007 year for: a) 0-200m. b) 0-500m. c) 200-500m

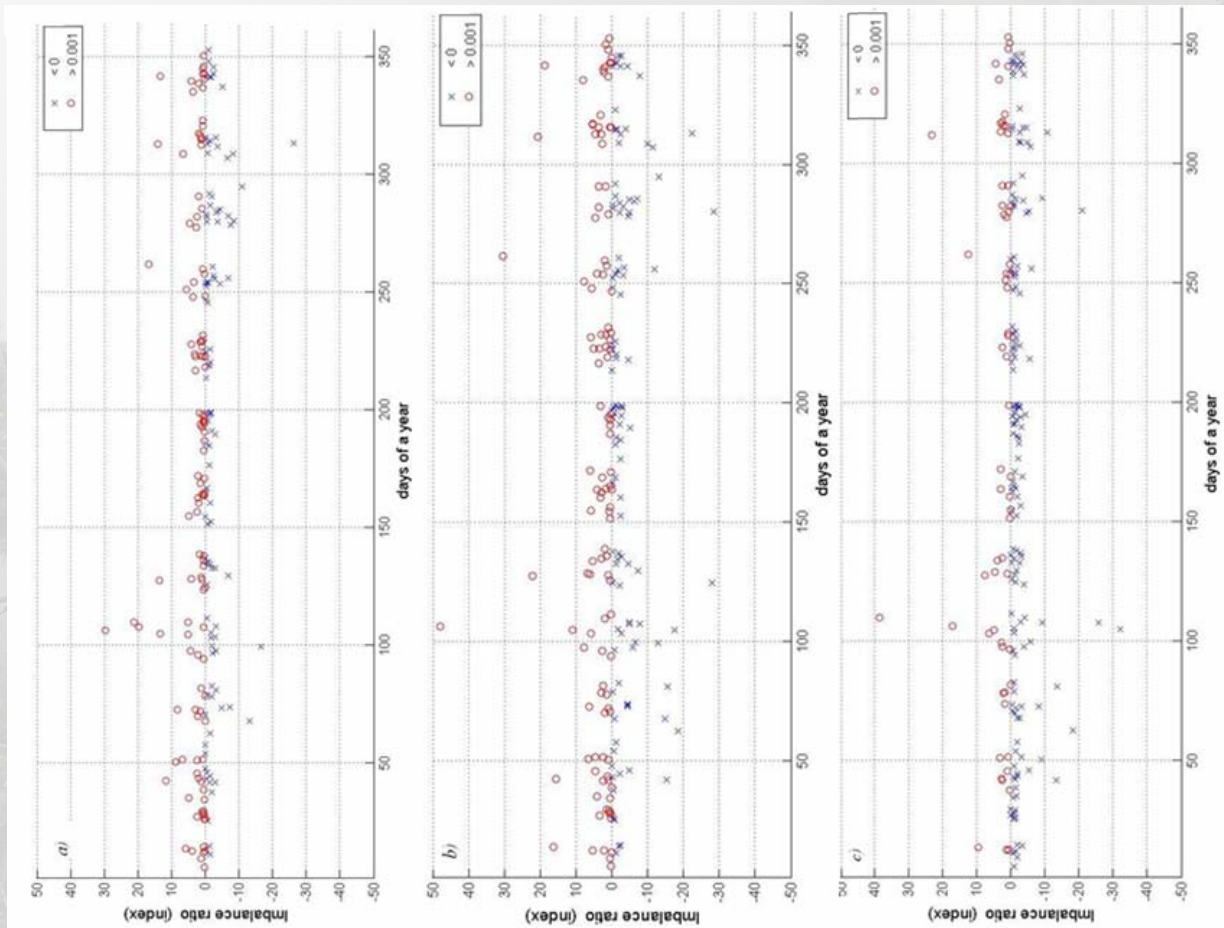


Fig.9 Heat supply imbalance ratio with positive and negative values for day of a year: a) 0-200m. b) 0-500m., c) 200-500m

In order to understand for which year period long-term isopycnal transport prevails, ratio distribution according to year-day fraction was done; values (fig. 9) represent distribution of positive and negative supply to the BATS site according to the day of the year.

Following previous results (fig.6-8) obtained results do not confirm seasonal distribution of characteristics. In winter–early spring due to the winter mixing processes negative values of imbalance index represent advection coming from north-east cold subtropical mode water lenses [13] – graphs (fig.9 b, c) time range form 0-110 confirm that with mostly negative index values for this period. In summer months (fig.9 a, b, c) measured values represent system balance. Index for 200-500m (fig.9 c) demonstrate subtle mode water supply in middle of March only.

### Discussion

Heat storage, surface heat fluxes (solar radiation, latent and sensible heat) and advection component are widely known. However its role in system balance is unclear. Variability of heat storage values differ within the water column: for upper layer values show interannual variability with almost decadal period, for deeper layer measured values increasing from 1989 with maximum around 2000 year, because of weak solar influence. Surface total heat flux has seasonal cycle as it warms the ocean from April to August and cools from September to March. Warming by advection occur oppositely in winter months for upper layer (fig.6 a), deeper from 200 to 500 meters this tendency also exists but much weaker and starting from 1999 year (fig.7 b) greater amplitude of fluctuations observed.

Heat storage and horizontal heat flux long – term variability analysis is important for interpreting heat balance of a one dimensional system at the BATS site. Estimated imbalance ratios (fig.8) illustrate how different processes affect site supply on diverse ocean layers. Even though they do not show seasonality – we can conclude that processes responded for supply are chaotic within time range and besides during one particular year values distribution do not show any dominance for particular season. Sum of imbalance ratio values within a year

should tend to zero. Table 1 displays ratio distribution for years 1989-2007; thus for a range of 20 years only 5 have positive year supply, negative supply observe for remain 15 years, minimum(max negative) denoted in 1989 and maximum(max positive) in 1999, with a difference of 10 years, which is correlated with decadal scale climate oscillations persistent in North Atlantic[27]. Kwon Y. and C. Riser [13] found that deep winter mixing events correspond also for changing in NAO index.

Table 1.

Imbalance ratio distribution for years 1989-2007, depth 200:500m.

<b>1988</b>	<b>0.22</b>	<b>1998</b>	<b>1.14</b>
<b>1989</b>	-9.25	<b>1999</b>	9.6
<b>1990</b>	0.21	<b>2000</b>	-1.22
<b>1991</b>	-0.14	<b>2001</b>	-0.07
<b>1992</b>	-0.86	<b>2002</b>	-2.03
<b>1993</b>	-1.49	<b>2003</b>	-0.63
<b>1994</b>	-0.64	<b>2004</b>	-1.53
<b>1995</b>	-1.82	<b>2005</b>	-0.96
<b>1996</b>	-1.29	<b>2006</b>	-1.045
<b>1997</b>	0.44	<b>2007</b>	-0.09

The imbalance index graphs (fig.8, 9) represent strong eddy variability within a year as was expected. Interestingly, according to plots in time of strong positive heat supply for example 1990, 1994 and 1995 equivalent changing e.g. commensurate loss of heat is not observed in time of subsequent cruises. Thus we can conclude that system while obtaining heat due advection stays in balance with obtained amount of heat for a long time period (~several months).

### Conclusions

One dimensional system heat storage, net surface heat flux and horizontal advection were estimated based on Bermuda Atlantic Time-series and meteorological (Bermuda Weather Service) data sets for BATS site (31° 40' N, 64° 10' W). Interestingly that upper ocean heat storage shows significant interannual close to decadal variability, which connected to AMO (changing of Tsst) and other signals associated with climate change. Meanwhile advection heat flux has no any significant trend for almost 20 years of calculus, observed that obtained values have

fluctuations of high frequency during the time range.

Heat budget im/balance analysis at the BATS site of was explained by imbalance ratio and revealed that system is imbalanced mostly by mesoscale eddies energetics coming from eastern part of North Atlantic and events that can't be explained by local forcing: deep water formation in North Atlantic and water masses that ventilate shallower ocean depths such as subtropical mode water STMW of the subtropical gyres penetrate Sargasso Sea.

Distribution of positive and negative supply during the whole period illustrates that time series values for 20 years has only five years with positive supply, rest 15 years show negative supply. Ten years is the difference between year with maximum and minimum heat supply according to imbalance ratio distribution for depth deeper then mixed layer depth, according to seasons and year to year positive/negative supply have chaotic distribution.

### References

- Alexander M., Scott J., Deser C. Processes that influence sea surface temperature and ocean mixed layer depth variability in a coupled model // *J. Geophys. Res.*, Vol.105, 2000. – P.16823-16842.
- Albert A. Absorption of Solar Energy in the Atmosphere: Discrepancy Between Model and Observations // *Science* Vol. 273, 1996. – P.779-782.
- Bjerknes J. Atlantic air-sea interaction // *J. Adv. Geophys.* – Academic press, 1964. – P.355-365.
- Bunker A. Computations of Surface Energy Flux and Annual Air Sea Interaction Cycles of the North Atlantic Ocean // *Monthly Weather Review*, Vol. 104, issue 9, 1976. – P.1122-1140.
- Curry R., Dickson R., Yashayaev I. Recent changes in the North Atlantic // *Phil. Trans. R. Soc.* – London, Vol. 361, 2003. – P.1917-1934.
- Delworth T.L. and Mann M.E. Observed and simulated multidecadal variability in the Northern hemisphere // *Clim. Dynam.*, Vol.16, 2000. – P. 661–676.
- Dong S., Kelly K. Heat budget in the Gulf Stream region: The importance of heat storage and advection // *J. Phys. Oceanogr.*, Vol.34, 2004. – P.1214-1231.
- Fu L.L., Chelton D.B., Le Traon P.Y., Morrow R. Eddy dynamics from satellite altimetry // *Oceanography*, Vol. 23(4), 2010. – P.14-25.
- Ganachaud A., Wunsch C. Large scale ocean heat and freshwater transports during the World Ocean Circulation Experiment // *J. Climate.*, Vol.16, 2003. – P. 696-705.
- Jacquet J. Simulation of the Thermal Regime of Rivers // *Mathematical Modeling of Water Quality: Streams Lakes and Reervoirs*, 1983. – P.150-176.
- Johnson R., Bahr F., Stone S. BATS manual. Chapter 3: CTD and related measurements, 1997. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bats.bios.edu/methods/chapter3.pdf>
- Knight J.R., Allan R.J., Folland C. K., Vellinga M. and Mann M.E. A signature of persistent natural thermohaline circulation cycles in observed climate // *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 32, 2005. – P. 356-366.
- Kwon Y.O. and Riser S.C. North Atlantic Subtropical Mode Water: A history of ocean-atmosphere interaction 1961–2000 // *Geophys. Res. Lett.*, 31(19), L19307, doi:10.1029/2004GL021116.
- Latif M., Roeckner E., Botzet M., Esch M., Haak H., Hagemann S., Jungclaus J., Legutke S., Marsland S., Mickolajevicz U. Reconstructing, monitoring, and predicting multidecadal-scale changes in the North Atlantic thermohaline circulation with sea surface temperature // *J. Climate*, Vol.17, 2004. – P.1605–1613.
- McCartney M.S. The subtropical recirculation of mode waters // *J. Mar. Res.*, Vol. 40, 1982–P.427–464.
- McGillicuddy D.J., Johnson R., Siegel D.A., Michaels A.F., Bates N.R., Knap A.H. Mesoscale variations of biogeochemical properties in the Sargasso Sea // *J. Geophys. Res.*, Vol.104, 1999 – P.13.381-13.394.
- Moisan J.R., Niiler P.P. The seasonal heat budget of the North Pacific: Net heat flux and heat storage rates (1950-1990) // *J. Phys. Oceanogr.*, Vol.28, 1988 – P.401-422.
- Richardson P.L. A census of eddies observed in North Atlantic SOFAR float data // *Prog. Oceanogr.*, Vol.31, 1993. – P.1-50.
- Roemmich D., Gilson J. Eddy Transport of Heat and Thermocline Waters in the North Pacific: A Key to Interannual/Decadal Climate Variability? // *J. Phys. Oceanogr.*, Vol.31, 2001. – P.675–687.

20. Schlesinger M. and Ramankutty N. An oscillation in the global climate system of period 65-70 years // *Nature* Vol.367, 1994. – P. 723–726.
21. Seager R., Kushnir Y., Visbeck M., Naik N., Miller J., Krahnemann G., Cullen H. Causes of Atlantic Ocean Climate Variability between 1958 and 1998 // *J. Climate*, Vol. 13(16), 2000. – P.2845–2862.
22. Siedler G., Gould J., Church J. Ocean Circulation and Climate. // *Observing and Modelling the Global Ocean*, Vol.77, 2001. – P.715.
23. Siegel D.A., McGillicuddy D.J., Fields E.A. Mesoscale eddies, satellite altimetry, and new production in the Sargasso Sea // *J. Geophys.Res.*, Vol.104, 1999. – P.13.359-13.379.
24. Steinberg D.K., Carlson C.A., Bates N.R., Johnson R.J., Michaels A.F. and Knap A.F. Overview of the U.S. JGOFS Bermuda Atlantic Time-series Study (BATS): A decade-scale look at ocean biology and biogeochemistry // *Deep-Sea Research II*, Vol.48, 2001. – P.1405-1447.
25. Stewart R. H. Introduction to physical oceanography. – Texas: A&M University Press, Edition 2, 2008. – P.345.
26. Stommel H. The Gulf Stream: a Physical and Dynamical Description. – University of California Press, 1958. – P. 202.
27. Terrence J., Deser C., Spall M. The Relation between Decadal Variability of Subtropical Mode Water and the North Atlantic Oscillation // *J. Climate*, Vol.13, 2000. – P. 2550–2569.
28. Woodward E.M., Rees A.P. Nutrient distributions in an anticyclonic eddy in the northeast Atlantic Ocean, with reference to nanomolar ammonium concentrations // *Deep-Sea Research II*, Vol.48, 2001. – P. 775.
29. Zhang R. Anticorrelated multidecadal variations between surface and subsurface tropical North Atlantic // *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 34, 2007. L12713

(с) Климчук Е.И., 2011

## ГЕОРЕФЕРЕНЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

### GEOREFERENCING AS THE ANALYSIS AND KNOWLEDGE TOOL



**Цветков В.Я. / Tsvetkov V. Ja.**

Доктор технических наук, профессор Московского государственного университета геодезии и картографии, Заслуженный деятель науки и образования Российской Федерации / Doctor of Tech.Sci., professor of The State University of geodesy and cartography, Honored worker of science and education of Russian Federation.

e-mail: [cvj2@mail.ru](mailto:cvj2@mail.ru)

**Аннотация.** В статье описан метод получения новых знаний на основе геореференции. Как понятие оно соотносится с науками о Земле. Как механизм получения знания геореференция относится к области структурной лингвистики и искусственного интеллекта. Раскрываются особенности этого механизма в сфере геоинформатики.

**Ключевые слова:** Геоинформатика, знание, моделирование.

**Abstract.** In paper the method of reception of new knowledge on a basis геореференции is described. As the concept it corresponds with sciences about the Earth. As the mechanism of reception of knowledge геореференция concerns area of structural linguistics and an artificial intellect. Features of this mechanism in geoinformatics sphere reveal. #

**Keywords:** Geoinformatics, knowledge, modelling.

Геореференция – термин, который широко применяется за рубежом [1, 2] при организации поиска пространственных объектов или при получении знаний. Формальное определение геореференции следующее.

*Геореференция* – соотнесение информации с пространственным (географическим) фактором. Геореференция используется в двух аспектах: пространственном и лингвистическом. Пространственный аспект связан с одной из главных задач геоинформатики [3] — поиском и использованием пространственных отношений. Лингвистический аспект, переходящий в настоящее время в онтологический аспект, связан с соотношением понятий и терминов; с извлечением и получением знаний. За рубежом главным образом рассматрива-

ют лингвистический аспект построения и применения геореференции.

На самом деле референция, или информация, построенная на ссылках, используется очень часто в реальной практической деятельности. Например, Декартова система координат определяется (в зарубежных источниках) как: «Система для локализации точки на основе отношения (референции *by reference*) ее расстояния от осей, пересекающихся под прямым углом, часто представляемых как сетка на карте» [1]

При лингвистическом подходе геореференция рассматривается как частный случай общего понятия референции. Референция (англ. *Referens* - относящийся, сопоставляющий) определяется как отнесённость включённых в текст или документ имён, именных групп или их эквивалентов к объ-

ектам действительности (референтам, денотатам). В первичном понимании именно географические названия и отношения между ними определяют геореференцию в этом аспекте. По мере возникновения и развития геоинформатики в значение термина «геореференция» менялось.

В данной статье под термином «геореференция» будем понимать пространственно-лингвистический аспект трактовки этого понятия.

В отличие от лингвистики, в которой референция рассматривается как имя или термин, в геоинформатике геореференция может представлять выражение. В тоже время лингвистические свойства в новом понятии геореференции сохраняются.

В лингвистическом аспекте геореференция должна отвечать трем принципам: замещения, предметности и однозначности.

*Принцип замещения* заключается в том, что выражения, обозначающие один и тот же объект, могут взаимозаменяться. Например, имена «Москва» и «Столица России» могут взаимозаменяться. Соответственно, если любые имена  $x$  и  $y$  имеют одинаковый денотат, то утверждения  $A(x)$  и  $A(y)$  также имеют одинаковые значения при разных именах  $X$  и  $Y$ .

*Принцип предметности* заключается в том, что сложное выражение, или имя, должно выражать связи между предметами, а не между именами, составляющими сложное имя. Например, геореференция «кадастровый номер» отражает связи между элементами кадастровой системы, а не между названиями этих элементов

*Принцип однозначности* заключается в том, что выражение, или имя, должно обозначать только один предмет. Например, геореференция «почтовый адрес» отражает определенный объект или субъект.

Эти принципы определяют построение геореференции как выражения и определенной информационной единицы. Именно в геоинформатике появились семантические информационные единицы [4].

Главным при построении использовании обычной референции являются отношения. При построении геореференции используют как обычные,

так и пространственные отношения. Большая часть пространственных отношений ориентирована на пространственные топологические отношения и ассоциации, такие, как *административная иерархия места*, что ярко выражено в кадастровой иерархии.

Механизмы геореференции и референции отличаются друг от друга. В осуществлении обеих участвуют: фонд автономных единиц и их актуализаторы. К актуализаторам, оформляющим именную группу, относятся (речь идет не только о русском языке): артикли, числительные, неопределенные, отрицательные, притяжательные и указательные прилагательные. Различие в том, что к фонду автономных единиц геореференции относятся: имена собственные (но не нарицательные) и именные группы; личные, неопределенные, указательные местоимения.

Отсюда геореференция чаще всего предстает как идентифицирующая геореференция. то есть указывающая на событие, явление, процесс или геообъект. Идентифицирующая геореференция опирается на три вида отношений: *указание*, *именование* и *обозначение*. Эти три вида отношений задают три способа представления геореференции как инструмента получения знания.

*Обозначение* — отношение, которое применяют для представления геореференции в ситуации явного описания геообъекта. Например, «Столица России». Оно связано с однозначным описанием, процедурами идентификации и идентификаторами

*Именование* — отношение, которое применяют для представления геореференции при неявном описании геообъекта. Например, «Город - герой». Оно связано со ссылками и предикацией.

*Указание* — отношение, которое применяют для представления геореференции при отсутствии описания геообъекта и оно обеспечивает референцию к объектам, находящимся в каких-либо пространственных отношениях с искомым геообъектом. Например, «Северо-Запад». Оно связано с многозначным описанием и процедурами ограничения или условиями.



Исследования в данной области проводились за рубежом, в частности, они описаны в работах [2], [5], где сформулирована основная задача процесса определения геореференций — умение соотносить название географического местоположения с геообъектом, его атрибутами или связанными геообъектами. Это дает основание построить структуру.

Рассмотрим структурную модель геореференции применительно к геоинформатике. Геореференция может быть описана графом  $G(X, U)$ , который представляет собой пару множеств  $X, U$ . Здесь  $X$  - множество вершин (терминов, понятий),  $U$  - множество ребер (отношений, связей, дефиниций).

В геоинформатике, в отличие от лингвистики, геореференция опирается на три

характерные группы данных: место время тема. Отношения порядка формируют структуру графовой модели. Если последовательно брать отношения четкого порядка, то это будет структурная модель простой «линейной» геореференции. На рис.1 приведен пример простой линейной геореференции «Почтовый адрес».

Здесь  $O_1$  - страна,  $O_2$  – регион,  $O_3$  – город,  $O_4$  – улица,  $O_5$  – дом,  $O_6$  – квартира (офис),  $O_7$  – субъект или объект,  $r$  – простое отношение (референция) «содержит».

Особенностью схемы является то, что отношение  $r$  повторяется между разными вершинами модели. В общем случае между каждой вершиной может быть разное отношение.

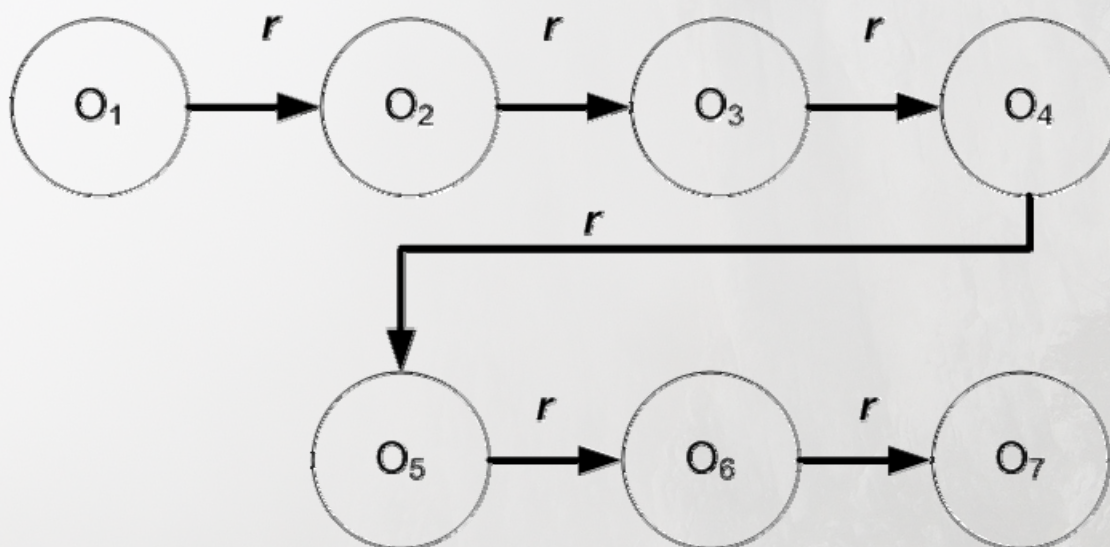


Рис.1. Линейная геореференция

По существу такая модель является обобщенным описанием уровней иерархической модели. Такая линейная геореференция ( $LGR$ ) может быть записана в общем виде как

$$LGR = (O_1, r_1; O_2, r_2; \dots O_n, r_n)$$

В этом выражении отношения  $r_i$  различны, что отражают разные индексы.

На практике редко встречаются отношения строгого порядка из-за нечеткости реальной информации, а главное, из-за многозначности описания. Это означает, что информационные элементы в  $LGR$  могут

повторяться, а связи - дублироваться. Если существует неоднозначность в отношениях, то структурная модель представляется как мультиграф. Такая структурная модель геореференции является усложнением линейной. Назовем ее «сложной» геореференцией. Сложная геореференция включает, как минимум, три связанных цепочки «место» (M), «время» (B) и «тема» (T) рис.2. Сам случай, или прецедент (Pr) является основой геореференции.

Например, рассмотрим сложную геореференцию — «Авария на участке железной дороги между Новороссийском и

Сочи». Условно она представлена схемой на рис.2.

Геореференция, представленная на рисунке 2 не показывает все элементы схемы, а выделяет различие между ними. Она включает цепочку «место»: страна – регион – дорога – участок дороги-

координаты места события. На рисунке эта цепочка отображается идентификаторами «М».

Геореференция включает цепочку «время»: год- месяц- день недели - число- время события. На рисунке эта цепочка отображается идентификаторами «В».

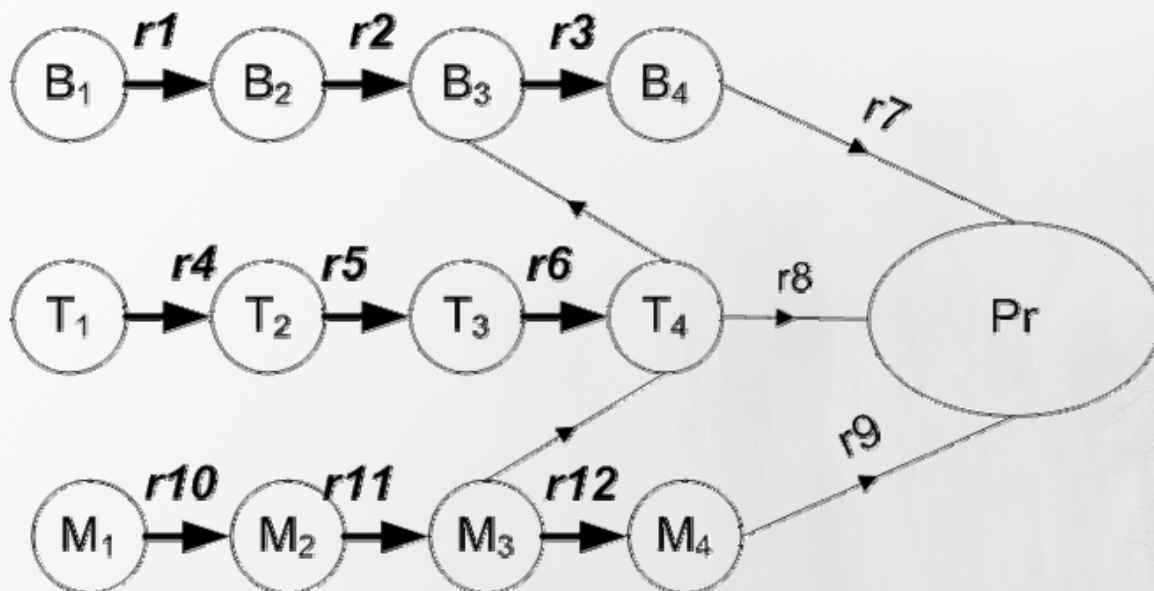


Рис.2. Структурная модель сложной геореференции

Геореференция включает цепочку «тема»: поезд- бригада- машинист- период работы машиниста- освещенность дороги – солнечная активность - сейсмическая активность и т.д. На рисунке эта цепочка отображается идентификаторами «Т». Все цепочки объединяет применяемый в теории объектно-ориентированного проектирования «прецедент» (*Pr*).

В нашем случае прецедент это авария. Он связан с возможными причинами, климатические условия, сейсмические условия, человеческий фактор, террористический акт и т.д.

Таким образом, структурно сложная геореференция представляет собой **модель события**, в которой связаны все факторы, имеющие отношение к этому событию. Доминирующей цепочкой в сложной геореференции является цепочка «место».

Рассмотрев подобные геореференции в других точках земного шара, например — «Авария на участке железной дороги в Южной Африке», «Авария на участке

железной дороги в Чили», мы можем сопоставить эти прецеденты (*Pr*). Сопоставление прецедентов по атрибутам позволяет выявить скрытые общие причины аварий или влияющие факторы, например:

машинист находился длительное время без отдыха,  
освещенность была ниже определенного уровня или  
активность на солнце имела высокое значение  
охрана участка железной дороги была недостаточна и пр.

Такие сложные геореференции дают *знание* о скрытых факторах, которые при анализе единичного случая не выявляются. Это знание помогает устранять причины негативных или новых факторов и по новому организовывать деятельность, с учетом выявленных скрытых факторов.

Аналогичные геореференции можно создавать в сфере других исследований, особенно в тех случаях, когда имеет место не стереотипная ситуация. Анализ

геореференций позволяет находить скрытые факторы, объясняющие не стереотипность, и накапливать положительный опыт в решении новых задач и получать новые знания. С позиций искусственного интеллекта важным следует считать вывод о том, что построение структурных моделей геореференции [6] позволяет получать новое знание.

### Литература

1. Heywood I., Cornelius S., Carver St. An introduction to Geographical Information Systems / Third Edition/ - Pearson Education Limited, 2006 – 426 p.
2. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England- 2009, - 272 p.
3. Геодезия, картография, геоинформатика и кадастр /Энциклопедия. Т.І – М.: Геодезиздат. 2008. -496 с.
4. Цветков В. Я. Семантика геоинформационных единиц / Материалы 4-й Международной конференции «Геопространственные технологии и сферы их применения» Москва 12-13 марта - М.: Информационное агентство «Гром», 2008 - с.69-71
5. Gangeni A., Pisanelli D.M., Steve G. An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies // Data & Knowledge Engineering, 1999.V.31. Pp. 183-220
6. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. – 2010. –№ 5. – с.41-43.

(с) Цветков В.Я., 2011

УДК 332.2.021.8

## РОЛЬ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ СТОЛЫПИНСКОЙ АГРАРНОЙ РЕФОРМЫ

### THE ROLE OF LAND MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF THE STOLYPIN'S AGRARIAN REFORM



**Косинский В.В. / Kosinskij V.V.**

Академик РАН, доктор экономических наук, профессор, директор Музея истории землеустройства Государственного университета по землеустройству, Заслуженный деятель культуры Российской Федерации / Academician of Russian Academy of Natural Sciences, doctor of Econ.Sci., Professor, Honored Worker of Culture of the Russian Federation.

e-mail: [Kosinskij@zempl.ru](mailto:Kosinskij@zempl.ru)



**Тетерюков Е.В. / Teterukov E.V.**

Научный сотрудник Музея истории землеустройства Государственного университета по землеустройству / Researcher of the Land Use Planning Museum, State University of Land Use Planning

e-mail: [1111303@bk.ru](mailto:1111303@bk.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные положения Столыпинской аграрной реформы, цели, задачи, виды и организация землеустройства.

**Ключевые слова:** Аграрная реформа, землеустройство, земельный банк, землеустроительные комиссии, удельные комиссии, удельные земли, казённые земли, землеустроительный процесс.

**Abstract.** This article describes the main provisions of the Stolypin's agrarian reforms, the goals, objectives, types and organization of land.

**Keywords:** Agrarian reform, land management, land bank, land commission, unit committee, the unit of land, state lands, land surveying process.

Петр Аркадьевич Столыпин считал главной причиной сельскохозяйственной отсталости страны не наличие помещичьего землевладения, а общинную форму землевладения с ее уравнильным землепользованием, круговой порукой, низкой эффективностью производства. К тому же община

сдерживала предпринимательство, лишала крестьянина самостоятельности в производстве, социальном переустройстве жизни.

В мае 1906 года съезд уполномоченных дворянских обществ вносит предложение правительству о предоставлении крестьянам права выхода из общины и закрепле-

ние за ними имеющейся общинной земли, о переселении крестьян в восточные районы России, о деятельности крестьянского банка по созданию земельного фонда за счет приобретения земель у крупных землевладельцев и продажи ее крестьянам. На этом съезде особо подчеркивалось о необходимости укрепления собственности крестьян на землю, ибо крестьянин, став собственником

сам, не будет покушаться на чужую собственность (землю) [1].

Выработанная П.А.Столыпиным концепция перехода к частному землевладению посредством изменений земельных отношений в сельской общине стала воплощаться в жизнь через проведение повсеместного землеустройства.



Петр Аркадьевич Столыпин в своем рабочем кабинете в Зимнем дворце

В этой связи издается пакет земельных законов, направленных, с одной стороны, на укрепление прав крестьянских землевладений через расширение деятельности Крестьянского поземельного банка, с другой - на ликвидацию сельской общины и реформирование наделного землевладения:

1. Указ о землеустроительных комиссиях от 4 марта 1906 года.
2. Указ о продаже удельных земель от 12 августа 1906 года.
3. Указ о продаже казенных земель малоземельным крестьянам от 27 августа 1906 года.
4. Указ о снятии с крестьян сословных ограничений от 5 октября 1906 года.
5. Указ о землеустройстве от 9 ноября 1906 года.
6. Закон о землеустройстве от 14 июля 1910 года.
7. Положение о землеустройстве от 29 мая 1911 года.
8. Указ о залоге крестьянских земель Крестьянскому поземельному банку от 20 августа 1911 года. Существо указа от 4 марта 1906 года об учреждении губернских и уездных землеустроительных комиссий определялось его 4-ой статьей: «В обязанность уездных землеустроительных комиссий вменяется выяснение положения крестьянского землевладения для содействия Крестьянскому банку в его операциях по данному уезду».

В круг ведения землеустроительных комиссий входили следующие действия:

1. Облегчение нуждающимся крестьянам переселения на свободные земли;
2. Содействие сельским общинам в установлении более совершенных способов пользования надельными землями;
3. Полюбовное разверстание чересполосных угодий, а также различных видов общего пользования сельскохозяйственных угодий;
4. Разделение крупных сельских обществ на более мелкие хозяйственные единицы и содействие к расселению крестьян на запольные земли с выдачей им безвозвратных на этот предмет пособий;
5. Посредничество между крестьянами и частными землевладельцами при полюбовном в порядке обоюдных уступок разрешении земельных споров [3].

Центральное место занимал указ от 9 ноября 1906 года. Направлен он был на создание частной собственности на надельных землях через ликвидацию крестьянских общин.

По данному указу «каждый домохозяин, владеющий надельной землей на общинном праве, может во всякое время требовать укрепления за собой в личную собственность причитающуюся ему часть из означенной земли». Выход с землей из общины, таким образом, раскрепощался окончательно. Чтобы поощрить выход крестьян из общины, правительство предоставило право выделяющимся из обществ, не производивших переделов в течение 24 лет, укрепить за собой все количество земли, находившейся в фактическом пользовании [1].

В остальных обществах, производивших переделы, укрепление фактически земли в собственность могло произойти лишь при оплате обществу земельных излишков по средним выкупным ценам. Домохозяин, укрепивший землю в собственность, имел «право во всякое время требовать, чтобы общество выделило ему взамен сих участков собственный участок, по возможности к одному месту». Этот закон не только предоставлял, но и всемерно поддерживал такие формы землевладения (хутора и отруба), которые в максимальной степени индивидуализируют и разобщают территорию общины. Эти формы надо было создавать заново. Эту роль должно было

выполнить землеустройство. Оно должно было выступить не только в качестве орудия, уничтожающего общину, но и организовать хутора и отруба как новые формы капиталистического землевладения. Организация хуторов и отрубов была главной задачей и главным видом землеустроительных действий [2].

Все виды землеустроительных действий, отображенных в Столыпинском законодательстве, можно разделить на две группы: единоличное и групповое землеустройство. Первый вид землеустройства можно назвать окончательной формой фермерского землеустройства, а второй вид - подготовительным к первому.

К единоличному виду землеустройства относятся:

- 1) Выдел укрепленных общинных земель за отдельными домохозяевами на хутора;
- 2) Выдел тех же земель на отруб;
- 3) Разверстание (раздел) целых селений на хутора;
- 4) Разверстание целых селений на отруба.

К групповому виду землеустройства относились такие работы, которые затрагивали целую группу земельных владений без устройства их на хутора и отруба. Этот вид землеустройства состоял из целого ряда работ:

1. Выдел поселков;
2. Разверстание целых обществ на поселки;
3. Выдел частей общин;
4. Раздел селения на части;
5. Выдел земли сельских общин отдельным селениям;
6. Раздел угодий, находившихся в общем пользовании крестьян и частных владельцев;
7. Ликвидация чересполосицы в общинном землевладении.

Таким образом, из рассмотренных видов землеустройства следует, что единоличное землеустройство направлялось не только на ликвидацию общины, но и на непосредственную организацию хуторов и отрубов, как формы пространственного устройства землевладения, наиболее благоприятствовавшей развитию сельского хозяйства.

Для проведения земельной реформы посредством землеустройства указом от 4 марта 1906 года были созданы землеустроительные комиссии в уездах и губерниях. Основными были уездные землеустроительные комиссии. На них по существу ложилось целиком проведение землеустроительной политики [4].

В состав членов уездной землеустроительной комиссии входили:

1. Уездный предводитель дворянства (председатель);
2. Председатель уездной земской управы;
3. Уездный член окружного суда или председатель съезда мировых судей;
4. Представитель от Удельного ведомства (если в уездах были удельные земли);
5. Податной инспектор;
6. Земский начальник;
7. Трое гласных уездного земского собрания;
8. Три представителя от крестьян, назначаемых из кандидатов, избираемых волостными сходами.

Состав губернской землеустроительной комиссии:

1. Губернский предводитель дворянства;
2. Председатель губернской земской управы;
3. Непременный член, назначаемый Главным управлением землеустройства и земледелия (ГУЗиЗ);
4. Управляющий казенной палатой;
5. Управляющий отделением Крестьянского поземельного банка;
6. Управляющий отделением Дворянского банка;
7. Член окружного суда;
8. Непременный член губернского присутствия;
9. Управляющий удельным округом;
10. Шесть членов губернского земского собрания, трое из которых выделялись из крестьян, владевших надельной землей.

Губернские землеустроительные комиссии наблюдали за производством землеустройства и являлись второй судебной инстанцией по землеустройству, разрешая жалобы, приносимые на постановления уездных землеустроительных комиссий. Глав-

ный комитет землеустройства и земледелия не разрешал жалоб на постановления губернских комиссий, они могли направляться только в Сенат.

Порядок производства землеустроительных дел, или землеустроительный процесс, складывался из следующих стадий:

1. Ходатайство о землеустройстве в уездную землеустроительную комиссию.
2. Подготовка дела по землеустройству: выявление пожеланий населения, различные обследования и выработка основ предстоящего землеустройства.
3. Назначение дела к исполнителю: подготовленное дело по рассмотрению комиссией направлялось в губернскую комиссию и в случае одобрения включалось в план работ.
4. Исполнение дела в натуре и составление землеустроительного проекта: землеустраиваемые земли снимались на план, производилось отграничение земель, подлежащих землеустройству, расценка земельных угодий и проектирование новых владений. Вновь образуемые владения проектировались как на плане, так и на местности.
5. Предъявление составленного проекта населению, которое могло подавать различные жалобы и возражения. Если землеустроитель находил их заслуживающими внимания, он вносил исправления в проект, если нет - жалобы направлялись в уездную землеустроительную комиссию.
6. Утверждение проекта уездной комиссией.
7. Исполнение проекта: по распоряжению губернской комиссии землемер объявлял населению о вступлении проекта в силу. Сложный порядок производства землеустроительных дел гарантировал правительству постоянное влияние на успешный ход и направление землеустройства [1].

В ходе первого этапа реформы около 200 тысяч семей получили в личное владение около двух миллионов десятин земли. Крестьяне были освобождены от выкупных платежей, обрели право свободного выхода из общины. Они могли получить свободные

казенные земли в Европейской России, выкупать участки у помещиков с помощью ссуд Крестьянского поземельного банка. Срок погашения ссуд устанавливался в 53 года с очень низким процентом, причем погашение части процентов брало на себя государство. В то же время надельная земля не могла быть продана лицу другого сословия, не могла быть продана за личные долги, не могла быть завещана иначе, чем по существующим правилам, воспрещалась концентрация в одних руках более шести надделов [4].

При поддержке Крестьянского банка крестьянами было приобретено и благоустроено свыше 200 тысяч хуторских хозяйств. С 1906 по 1910 год крестьяне сверх земель, полученных от общины, приобрели дополнительно свыше 6 млн. десятин. Если к моменту реформы в 47 губерниях Европейской России было почти 15 млн. надельных дворов, то в 1917 году из этого количества подали заявление о выходе из сельских общин почти 6 млн. домохозяев, т. е. свыше 40 % от их общего количества.

К 1 января 1916 года надельные земли успели укрепить 2,3 млн. домохозяев, получивших в общей сложности 26 млн. 583 тыс. десятин земли. Причем, из этого количества 15 млн. 374 тыс. десятин приходилось на хутора. Между 1908 и 1915 гг. 914 тыс. единоличников продали свои надельные участки другим крестьянам. Часть из них переселилась за Урал, часть - оставила деревню и переселилась в города (исключительный про-

мышленный подъем тех лет позволил им найти там более выгодный заработок). Многие крестьяне продали свои надельные участки для покупки лучшей земли через Крестьянский банк. И уж совсем небольшая часть крестьян (из-за пьянства и лени) составила ту самую «деревенскую бедноту», которая не меняла своего «качества» ни в какое время, независимо от правительственных реформ и социального строя. Анализ и сопоставление данных, приводимых разными исследователями, позволяют сделать вывод, что в результате Столыпинской реформы в России стало преобладать подворное крестьянское землеустройство [2].

Необходимо отметить, что опыт Столыпинского землеустройства целесообразно использовать при проведении земельной реформы в Российской Федерации и на современном этапе.

### Литература

1. Волков С.Н. Землеустройство. Т.1.- М: Колос, 2001 – 496с.
2. Вехи российского землеустройства / сост.С.Н. Волков- М: ГУЗ, 2000. - 224с.
3. Косинский В.В. Столыпинское землеустройство / Курс лекций.- М.: ГУЗ, 1992. – 16с.
4. Кофод К.А. 50 лет в России.- М: «Права человека», 1997.- 352с.

(с) Косинский В.В., Тетерюков Е.В., 2011



УДК 631.432

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ВОДНОГО РЕЖИМА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

### DESIGN PROCEDURE OF THE OPTIMUM WATER MODE OF RECLAIMED SOILS ON THE BASIS OF THE ACCOUNT OF THE HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION



**Муромцев Н.А. /  
Murioncev N.A.**

Д.с/х.н, Почвенный институт им.В.В.Докучаева РАН / Doctor of Agricultural Sciences, Dokuchaev's Soil Institute of RAS

[agroekonomika@mail.ru](mailto:agroekonomika@mail.ru)



**Семенов Н.А. /  
Semenov N.A.**

Доктор биологических наук, ВНИИ кормов / Doctor of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Feed

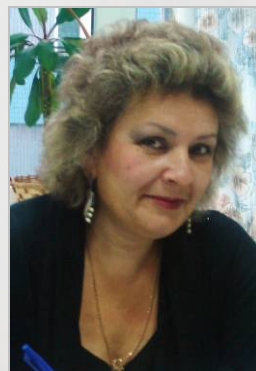
[agroekonomika@mail.ru](mailto:agroekonomika@mail.ru)



**Шуравилин А.В. /  
Shuravilin A.V.**

Д.с/х.н, профессор кафедры почвоведения и земледелия РУДН / Doctor of Agricultural Sci., Professor of chair "Soil science and agriculture", Russian Peoples' Friendship University

[agroekonomika@mail.ru](mailto:agroekonomika@mail.ru)



**Самброс Н.Б. /  
Sambros N.B.**

Старший преподаватель кафедры экономической оценки и земельного кадастра РУДН / Senior lecturer of chair "Economic assessment and land management", Russian Peoples' Friendship University

[agroekonomika@mail.ru](mailto:agroekonomika@mail.ru)

**Аннотация.** Изложен теплобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима почв, который учитывает составляющие водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмосферы и биологического состояния возделываемых культур. Методика расчета включает контроль нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

**Ключевые слова:** теплобалансовый метод, оптимальный водный режим, компоненты влагообмена, поверхностный сток, осадки, испаряемость, инфильтрация, суммарная солнечная радиация.

Тепловоднобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима предусматривает

**Abstract.** The method thermal balance of a hydrometeorological substantiation of an optimum water mode of soils which considers components of water balance of an active layer of earth, thermal balance of a ground layer of atmosphere and a biological condition of cultivated cultures is stated. The design procedure includes control of the bottom and top limits of optimum humidifying of an active layer of earth.

**Keywords:** method of thermal balance, optimum water mode, moisture exchange components, superficial drain, deposits, vaporizability, total solar radiation.

учет практически всех составляющих водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмо-

сферы и биологического состояния возделываемых культур [2, 6].

Методика расчета заключается в контроле нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы. Контроль осуществляется путем периодического (один раз в пентаду или декаду) вычисления влагозапасов в почве на основе информации о компонентах водного и теплового балансов мелиорируемого поля. Этот прием позволяет оптимизировать водный режим поля в соответствии с реальной гидрометеорологической обстановкой.

Под оптимальным водным режимом понимается формируемая на научной основе и реализуемая путем агромелиоративных мероприятий совокупность элементов водного режима мелиорируемых земель, обеспечивающих наиболее благоприятные условия развития сельскохозяйственных культур в любой период различных по климатическим условиям лет и получение максимального урожая [5]. Указанная совокупность включает:

- влагозапасы почво-грунтов в зоне аэрации;
- сток с мелиорируемых территорий;
- уровни и продолжительность стояния грунтовых вод в период вегетации;
- расход грунтовых вод в зону аэрации и инфильтрации осадков;
- суммарное испарение;
- нормы и сроки поливов.

Влажность почвы является непосредственным интегральным показателем влагообеспеченности растений. Принято выделять пределы (границы) оптимальной влажности почв (оптимальных влагозапасов). Верхний оптимальный предел соответствует наименьшей влагоемкости (НВ), в нижний не остается постоянным и зависит от типа почв, вида сельскохозяйственных культур и фаз их развития.

Принципиальная сущность тепловоднобалансового метода состоит в решении уравнения водного баланса зоны аэрации относительно конечных влагозапасов на их начальном значении и измеренным или рассчитанным компонентам влагообмена [2, 6]:

$$W_k = [W_H(1 - \beta E_0 / 2\gamma) + K + X + M - Y - I] / (1 + \beta E_0 / 2\gamma), \quad (1)$$

где  $W_k$ ,  $W_H$  – влагозапасы в конце и в начале расчетного периода;  $\beta$  – биологический параметр, зависящий от вида сельскохозяйственной культуры, фаз ее развития и, определяемый опытным путем и (табл.1);  $M$  – поливная норма;  $\gamma$  – продуктивные влагозапасы (определяемые как разность между НВ и ВЗ для областей Нечерноземной зоны);  $X$  – осадки, выпавшие на поле (при отсутствии таких измерений определяются по ближайшей метеостанции);  $K$  – расход грунтовых вод в зону аэрации;  $Y$  – сток с мелиорируемых земель;  $I$  – инфильтрация за пределы корнеобитаемого слоя. Размерность всех элементов в мм слоя воды.

Сток с мелиорируемых территорий измеряется в коллекторах гидрометрическим или объемным методами. В случае отсутствия измерений слой дренажного стока может быть определен по формуле:

$$Y = K_c X, \quad (2)$$

где,  $K_c$  – коэффициент дренажного стока, который для периода весеннего половодья рассчитывается как отношение слоя стока ( $h$ ) к сумме выпавших осадков ( $X$ ) и запасов воды в снеге ( $S$ ), для вегетационного периода – как отношение слоя стока к сумме выпавших осадков.

В табл.2 приведены средние значения коэффициентов стока, рассчитанные для некоторых областей Нечерноземной зоны по материалам экспедиционных исследований ГГИ.

Для других областей Нечерноземной зоны коэффициенты дренажного стока изменяются в пределах от 0.24 на тяжелых суглинках до 0.62 на мелкозернистых песках в зависимости от интенсивности осадков [6].

Для целей проектирования в случае отсутствия водосбора – аналога может возникнуть необходимость в определении поверхностного стока расчетным методом. Предлагаемая для этого зависимость имеет вид [6]:

$$Y_{\text{пов}} = X[1 - (dW/P)^2 - \Delta U_{\text{пов}}], \quad (3)$$

где  $dW$  – дефицит влажности почвы, вычисляемый как разность между полной влагоемкостью ПВ и фактической влажностью почвы;  $P$  – водно-физический параметр, вычисляемый как разность между полной влагоемкостью (ПВ) и максимальной гигроскопичностью МГ или влажностью устойчивого завядания;  $Z$  – показатель степени, зависящий от гранулометрического состава почв и уклона поверхности. Для средних уклонов он равен 2;  $\Delta U_{\text{нон}}$  – аккумуляция влаги в понижениях микрорельефа.

Расход грунтовых вод в зону аэрации  $K$  измеряется лизиметрами, устанавливаемые на поле. Как показал анализ лизиметрических наблюдений, выполненных ГГИ, в условиях Нечерноземной зоны России расход грунтовых вод в зону аэрации при глубине их залегания ниже 1.5 м практически прекращается [1]. Причиной этого является сравнительно маломощная корневая система растений и значительное количество осадков за вегетационный период.

В случае отсутствия непосредственных измерений величину  $K$  можно рассчитать по формуле [6]:

$$K = E_0 \exp(-mH), \quad (4)$$

где  $m$  – параметр, зависящий от литологического состава почво-грунтов в фазе развития растений. Его значения, полученные в результате экспедиционных исследований в различных районах Нечерноземной зоны, приведены в табл.3;  $H$  – глубина залегания грунтовых вод, определяемая как средне-взвешенная величина по гидрогеологическим скважинам, расположенным в различных точках поля (конвертом) или по картам гидроизогипс.

При отсутствии актинометрических измерений испаряемость определяется по данным о суммарной солнечной радиации  $Q$  на ближайшей актинометрической станции, удаленной от поля не более, чем на 200 км, или рассчитывается по методике Л.И.Зубенок [3], в которой используются стандартные метеоданные – температура и влажность воздуха. Значения испаряемости  $E_0$  снимаются с графиков  $E_0 = F(d)$ , при этом  $d$  определяется по выражению:

$$d = l_t - l_0 \quad (5)$$

где  $d$  – условный дефицит влажности воздуха;  $l_t$  – максимальная упругость водного пара, определяется по средней за расчет период температуре воздуха, гПа;  $l_0$  – упругость водяного пара, гПа.

Температура воздуха  $t_0$  и упругость водяного пара  $l_0$  измеряется непосредственно на поле, а в случае отсутствия ценных наблюдений – по ближайшей метеостанции. Испаряемость  $E_0$  рассчитывается по формуле:

$$E_0 = kR_0 \quad (6)$$

где  $K=16.7$  если  $R$  в ккал и  $K=25.9$ , если  $R$  выражено в кВт;  $R_0$  – радиационный баланс мелиорируемого поля кал/см или кВт, который непосредственно измеряется балансомерами, либо вычисляется по формуле:

$$R_0 = aQ - nb, \quad (7)$$

где  $Q$  – измеренная суммарная солнечная радиация;  $n$  – число дней расчетного периода;  $a, b$  – параметры, значения которых для декадных и пентадных интервалов приведены в табл.4.

Инфильтрация атмосферных осадков за пределы корнеобитаемого слоя почвы при условии превышения текущих значений влагозапасов наименьшей влагоемкости  $W_{нв}$  может быть оценена как их разность:

$$I = Wt - W_{нв} \quad (8)$$

При наличии на поле испарителей и лизиметров величина инфильтрации определяется путем непосредственных измерений. Наиболее точные значения суммарного испарения дают методы непосредственного его измерения: метод теплового баланса и испарителей, в т.ч. испарителей – лизиметров [4, 1]. В тепловоднобалансовом методе суммарное испарение за расчетный интервал времени определяется по формулам:

$$E = \beta E_0 (W_H + W_K) / 2\gamma, \quad \text{при } W_H + W_K \leq 2\gamma \quad (9)$$

$$E = \beta E_0, \quad \text{при } W_H + W_K > 2\gamma \quad (10)$$

Поливная норма  $M$  рассчитывается, как количество влаги, которое необходимо подать в корнеобитаемый слой почвы при его иссушении до нижнего предела оптимального увлажнения для достижения

верхнего предела оптимального увлажнения, за который принимается наименьшая влагоемкость ( $W_{HB}$ ). Она рассчитывается по формуле:

$$M = W_{HB} - W_{HO}, \quad (11)$$

где  $W_{HO} = vW_{HB}$ , а  $v$  – параметр, зависящий от фаз развития растений, его значения приведены в табл.5.

Поливная норма зависит также и от глубины корнеобитаемого слоя. Рекомендуемая мощность расчетного слоя для условий НЧЗ приведена в табл.6.

Срок очередного полива наступает тогда, когда достигается равенство:

$$W_{HB} - W_{HO} = E - X - M - K + Y + I \quad (12)$$

Таблица 1.

Декадные значения параметра  $\beta$  в период вегетации для трав, зерновых и ширококорядных пропашных сельскохозяйственных культур

Культура	Порядковый номер декады от даты начала вегетационного периода (посева)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зерновые (озимые и яровые)	0.75	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	0.95	0.70	0.60	0.60	
Многолетние травы (люцерна и др.)	0.80	0.90	1.10	1.10	0.80									
Ширококорядные пропашные (картофель, свекла и др. овощи)	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60

Таблица 2.

Средние значения коэффициента стока

Область	Период весеннего половодья	Период вегетации
Ярославская	0.46	0.17
Рязанская	0.42	0.24
Костромская	0.40	0.27

Таблица 3.

Значения параметра  $m$

Тип почвогрунтов	Период до посева	Сев и 1 декада после посева	До конца июня	Июнь, август	Уборка и до наступления морозов
$m$	3 – 5	2 – 4	1 – 1.5	1 - 3	2 – 2.5

Таблица 4.

Значения параметров  $a$  и  $b$  для декадных и пентадных интервалов

Область	Значения параметров $a$ и $b$			
	Декада		Пентада	
	$a$	$b$	$a$	$b$
Костромская	0.75	31.8	0.78	48.6
Рязанская	0.71	30.0	0.74	37.7
Ярославская	0.81	79.6	0.71	41.8

Таблица 5.

Значения коэффициента « $v$ » для расчета нижней границы оптимального запаса влаги в почве

Фазы вегетации сельскохозяйственных культур	Коэффициент $v$
<b>Зерновые культуры, яровые, озимые</b>	
Посев - всходы	0.75
Всходы - кущение	0.70
Кущение – молочно-восковая спелость	0.65
Молочно-восковая спелость - уборка	0.60
<b>Многолетние травы</b>	
Посев - всходы	0.75
Формирование стебля, отрастание	0.70
Созревание	0.65

Таблица 6.

Расчетная мощность корнеобитаемого слоя почвы  $h$ , мм

Культура	До посева	Всходы, от- растание, кущение	Выход в труб- ку, колошение, формирование стебля	Цветение, налив зерна или рост корнеплода	Восковая спелость, созревание овощей
Зерновые	0-30	0-30	0-50	0-50	0-30
Травы	0-30	0-30	0-50	0-50	0-50
Овощи	0-30	0-30	0-40	0-40	0-30

### Выводы

Тепловоднобалансовый метод гидрометеорологического обоснования оптимального водного режима предусматривает учет практически всех составляющих водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, теплового баланса приземного слоя атмосферы и биологического состояния возделываемых культур. Методика расчета заключается в контроле нижнего и верхнего пределов оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

Под оптимальным водным режимом понимается формируемая на научной основе и реализуемая путем агромелиоративных мероприятий совокупность элементов водного режима мелиорируемых земель, обеспечивающих наиболее благоприятные условия развития сельскохозяйственных культур в любой период различных по климатическим условиям лет и получение максимального урожая. Указанная совокупность включает:

- влагозапасы почво-грунтов в зоне аэрации;
- сток с мелиорируемых территорий;
- уровни и продолжительность стояния грунтовых вод в период вегетации;
- расход грунтовых вод в зону аэрации и инфильтрации осадков;
- суммарное испарение;
- нормы и сроки поливов

Контроль осуществляется путем периодического (один раз в пентаду или декаду) вычисления влагозапасов в почве на основе информации о компонентах водного и теплового балансов мелиорируемого поля.

Принципиальная сущность тепловоднобалансового метода состоит в решении

уравнения водного баланса зоны аэрации относительно конечных влагозапасов на их начальном значении и измеренным (или рассчитанным) компонентам влагообмена.

### Список литературы

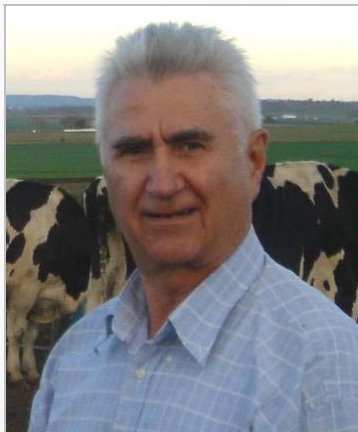
1. Волков А.С., Гиллерман Л.Л. О возможности использования лизиметров ГР-80 на мелиорируемых землях Нечерноземья для оценки элементов водного баланса. Тр. ГГИ. Вып. 326. 1987. с. 66 – 72.
2. Временные рекомендации по обоснованию оптимального водного режима мелиорируемых сельскохозяйственных полей Ярославской области. Л.: ИТИ. 1988. 58 с.
3. Зубенок Л.И. Испарение на континентах. Л.: Гидрометеиздат. 1976. 264 с.
4. Руководство по теплобалансовым наблюдениям. Л.: Гидрометеиздат. 1977. 147 с.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование/Словарь. Справочник. М.: Мысль. 1990. 640 с.
6. Харченко С.И. Управление водным режимом на мелиорируемых землях в нечерноземной зоне. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 237 с.

(с) Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Самброс Н.Б., 2011

УДК 631.671, 631.675.2,

## МЕСОПОТАМИЯ: ОТ ПЛОДОРОДНЫХ ДОЛИН ДО ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ (КОРНИ ПРИЧИН И СПОСОБЫ РЕАБИЛИТАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ)

MESOPOTAMIA: FROM FERTILE VALLEYS TO DEGRADED LAND. ROOTS  
OF DEGRADATION AND WAYS TO REHABILITATION



**Нагорный В.Д. / Nagorny V.D.**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия Аграрного факультета Российского университета дружбы народов / Doctor of Agriculture Sci., professor of chair "Agriculture" Agricultural Faculty of the Russian University of Peoples' Friendship.

e-mail: [nagvic@yandex.ru](mailto:nagvic@yandex.ru)

**Аннотация.** Аналитическая статья рассматривает историю использования орошаемых земель для выращивания сельскохозяйственных культур в Месопотамии. Рассмотрены факторы гидрологического, климатического и антропогенного характера, которые привели к опустыниванию, засолению и деградации 80% территории Ирака. Только разработка и реализация комплексной программы регулирования гидрологического режима и водопользования может предотвратить дальнейшую деградацию земель в Ираке и обеспечить самостоятельное и безопасное производство продуктов питания.

**Ключевые слова:** Месопотамия, пустыни, деградированные земли, опустынивание, засоле-

ние почв, оросительные системы, пыльные бури, утилизация.

**Abstract.** The analytical assay provides information on long history of irrigated land use for crop production in Mesopotamia. Main factors of hydrological, climatic and anthropogenic nature which had led to desertification, salinization and degradation of 80% of the Iraq territory have been considered. Only elaboration and implementation of a Complex Program of Regulation of Hydrological conditions and Water Use may prevent further degradation of the Land in Iraq and secure self-sufficient food supply in Iraq.

**Keywords:** Mesopotamia, dray land, desertification, salinization, irrigation systems, dust storms, reclamation.

Месопотамия – на греческом языке это означает «земля между двух рек» - между Тигром и Евфратом. Еще до создания Римской империи и завоевания ею этой части на Ближнем Востоке, там, в течение тысячелетий (5-6 тысячелетий до новой эры) формировались самые ранние мировые цивилизации, прародительницей которых является шумерская цивилизация, отличавшаяся высоким уровнем организации общественной жизни, развития строительства,

земледелия, математики, медицины, архитектуры и прикладного искусства.

Более 5 тысячелетий до новой эры шумеры, населявшие северо-западную часть нынешнего Ирака, были искусными земледельцами и скотоводами. На рыхлых хорошо дренируемых почвах и при обильных хороших осадках (800-1200 мм) они получали хорошие урожаи многих полевых и плодовых культур. По мере роста населения происходила постепенная миграция населения в центральные районы Междуречья, где ос-

ваивались пойменные почвы двух великих рек с их притоками. Несмотря на то, что центральные и южные районы Месопотамии периодически страдали от обширных наводнений, в течение веков они обеспечивали получение хороших урожаев зерновых культур.

Целью данного очерка является выделение основных причин, следствием которых является превращение некогда плодородных почв Междуречья в бесплодные деградированные и в высшей степени засоленные почвы. А также ответить на ряд вопросов. Какова роль природных явлений и деятельности человека, непосредственно занимавшегося использованием земель или другим способом предопределившего почти полную деградацию земель? Каким образом можно предотвратить, если возможно, дальнейшую деградацию земель, еще находящихся в использовании, и каким способом можно реабилитировать засоленные и пустынные земли для использования будущими поколениями?

Месопотамия, как геологический район, представляет собой геосинклинальную впадину, образовавшуюся за счет опус-

кания дна моря и, наоборот, формирования складчатых гор на западе Голанских, на севере и северо-востоке Кавказских гор. Основание впадины и горы имеют практически идентичный минералогический и солевой состав. Селевые потоки, пролювиальные сносы горных пород и снос реками формирующегося почвенного покрова привели к выравниванию впадины. Реки, берущие начало в горах, постепенно заполняли пролювием и аллювиальными массами песка и глины всю территорию между двух основных рек Тигр и Евфрат. В течение веков в Междуречье сформировались аллювиальные почвы, профиль которых представлен различными наносными слоями, отличающимися по мощности, содержанию глины, песка и хрящевых пород. В зависимости от интенсивности разливов рек и их частоты сформировались горизонты различной мощности [2]. Между горизонтов встречаются прослойки почвы с большим содержанием песка, привнесенного, по-видимому, песчаными бурями. Интенсивность таких бурь такова, что за несколько дней они могут отложить до 2-3 см песка, ила и глины (Рис.1).



Рис.1. Песчаная буря в апреле 2005 года [4,11]. Подобные бури имели место в тот же месяц в 2003 и 2011 гг., и в июле 2009 г. <http://world.comments.ua/2011/06/03/261983>).

Общая толщина аллювиальных наносов достигает 3- 5 м. В средней и нижней частях течения реки Ирака легко меняют свои русла в своих же аллювиальных отложениях.

В силу особого географического положения и влияния прилегающей Аравийской пустыни над центральной и южной частями Междуречья сформировался особый сухой субтропический климат. Здесь выпадает 100-130 мм дождей, в основном в зимний период. Бывают периоды в 2-3 года, когда совсем осадки не выпадают. Средняя температура в летние месяцы находится в пределах 25-28<sup>0</sup>С, в июле-августе дневная температура в тени достигает 35-40<sup>0</sup>С, а максимальная – 50-52<sup>0</sup>С. В таких условиях испаряемость влаги с поверхности почвы в отдельные дни достигает 30-40 м<sup>3</sup> в сутки, а за сухой сезон до 2500 м<sup>3</sup>. Выращивание всех культур возможно только при использовании орошения.

Шумиты, аккады, амориты, ассирийцы, арамеи, халдеи и другие народности, последовательно населявшие Междуречье, внесли свой вклад в развитие земледелия в специфических условиях Месопотамии. Одни использовали благоприятные условия влажных субтропиков в северо-западной части Междуречья, другие - в засушливой Центральной части, но с полноводными реками, третьи – в болотистых местах южной нижней части рек по течению. Длительное время при низкой плотности населения и воды, и земли было достаточно для производства продовольствия для местного потребления и торговли с соседними государствами. Плодородие аллювиальных почв поддерживалось привнесом новых глинистых отложений в период весенних полноводий двух великих рек и их притоков. Периодические наводнения, если они не приводили к значительным разрушениям посевов, систем орошения, оказывали положительное влияние тем, что периодически промывали почву от солей, накопленных за предыдущие годы. Но уже тогда, тысячи лет назад, при длительном использовании одних и тех же участков отмечалось резкое падение плодородия почв, и земледельцы вынуждены были осваивать новые участки. Система перехода с засоленных участков на

новые применяется и сейчас. На фото слева видны оставленные поля и действующие распределительные каналы и последствия такой практики.

Уже во времена ассирийцев (1500-1700 лет до н.э.) существовало правило: одно племя, состоящее из 50 семей, имело право использовать 150 га орошаемой земли в течение 3-5 лет. Затем, после ухудшения качества почвы, племя должно было перейти на другое место.

Шумеры, как и индусы, тысячелетия, назад научились поднимать воду из рек, строить магистральные и распределительные каналы, поливать культуры по бороздам или затоплением полосами.

Такая практика была практически повсеместной и в Турции, Сирии, Ираке, Иране, и в Индии.

Как отмечалось выше, складчатые Голанские и Кавказские горы содержат много основных минералов, в основном карбонатов, и растворимых сульфатных и хлористых солей. Полноводные реки Евфрат и Тигр берут свои начала в турецких отрогах Кавказа, при своем быстром течении по пустынным областям Сирии воды рек обогащаются песчаными и илистыми фракциями и минеральными солями. Хотя концентрация растворимых солей при входе в Месопотамскую впадину не высока и не превышает 0,5 -1 г/л, в средней части течения концентрация солей повышается практически в два раза [3].

Поливная вода, насыщенная солями натрия и магния ведет к разрушению почвенной структуры, а при прекращении полива сразу же образует плотную илисто-солевую корку (Рис.2).

При контролируемом по объему орошении и наличии дренажа такую воду можно использовать без опасения вызвать засоление. Но произошло то, что произошло. В результате интенсивного испарения влаги с поверхности почвы в летний период, когда она не прикрыта растениями, постепенно происходило накопление солей в верхних горизонтах до уровней, вызывающих гибель всходов после очередного посева. К настоящему времени на отдельных полях в верхнем слое почвы накоплены огромные массы солей, превышающих 20-50 т/га



(0,6-1,6%). В результате неконтролируемого расхода воды при поливах происходило смыкание поливных и грунтовых засоленных вод, что вызывало вторичное засоление почв. На месте, где раньше выращивали рис или ячмень, сейчас уже образовались такыры или площадки для сбора соли (рис.3, 4).

Не эффективно работающие дренажные системы, там, где их проложили в прошлом столетии, как и их отсутствие, приводит к заболачиванию. Это же происходит в местах, где в результате геологических подвижек коры возникли подземные лагуны, над которыми образовывались болота.

Несмотря на понимание всех процессов, приводящих к негативным результатам, при неконтролируемом применении орошения и отсутствии дренажа, эта практика встречается практически повсеместно.

Предпринятая в семидесятые годы прошлого века была предпринята попытка реорганизовать все системы орошения и дренажа таким образом, чтобы обеспечить устойчивое сельскохозяйственное производство, не допуская негативных последствий и наводнений, и нарушений правил использования воды. Но она не была реализована, а значительная часть созданных гидросооружений разрушена последними агрессиями.

Не совершенная система подачи и распределения воды, неконтролируемый ее расход, как в прошлые, так и в нынешние времена, привели к тому, что большая часть ирригационных сооружений, и особенно каналов, выведены из строя, около 80% всех

орошаемых площадей подвергнуты средней и высокой степени засоления. Из них около 40% площадей сейчас практически непригодны для сельскохозяйственного использования, так как содержат до 50 г солей на один литр [1,11].

В настоящее время Ирак импортирует до 80% потребляемого продовольствия, тогда как до 1990 года эта страна полностью удовлетворяла свои потребности в продовольствии [9].

Потеря сельскохозяйственных земель в Ираке это - не только «home-made problem». В последние 30 лет соседние государства Сирия и Турция осуществляют грандиозные ирригационные программы. Сирия завершает строительство 5 крупнейших водохранилища на реке Евфрат, Турция построила 14 плотин на Евфрате и 8 на реке Тигр.

Уровень воды в двух основных реках снизился наполовину, что привело к тому, что часть водозаборных сооружений, и древних и вполне современных, не способны брать воду.

Перехватывая пресные воды рек Евфрата и Тигра на своих территориях, Сирия и Турция около трети всего использованного для орошения объема воды сбрасывают в эти реки в форме дренажных стоков (рис.5.). Если ранее основным потребителем воды этих рек для орошения был Ирак, то в настоящее время русла рек, протекающих по средней и нижней части Месопотамии обезвожены наполовину [9].



Рис.2. Илисто-солевая корка Рис.3. Современное состояние пашни



Рис. 4. Сбор соли на бывшей пашне  
 ([http://graphics8.nytimes.com/images/2009/07/14/world/14euphrates\\_650.jpg](http://graphics8.nytimes.com/images/2009/07/14/world/14euphrates_650.jpg))

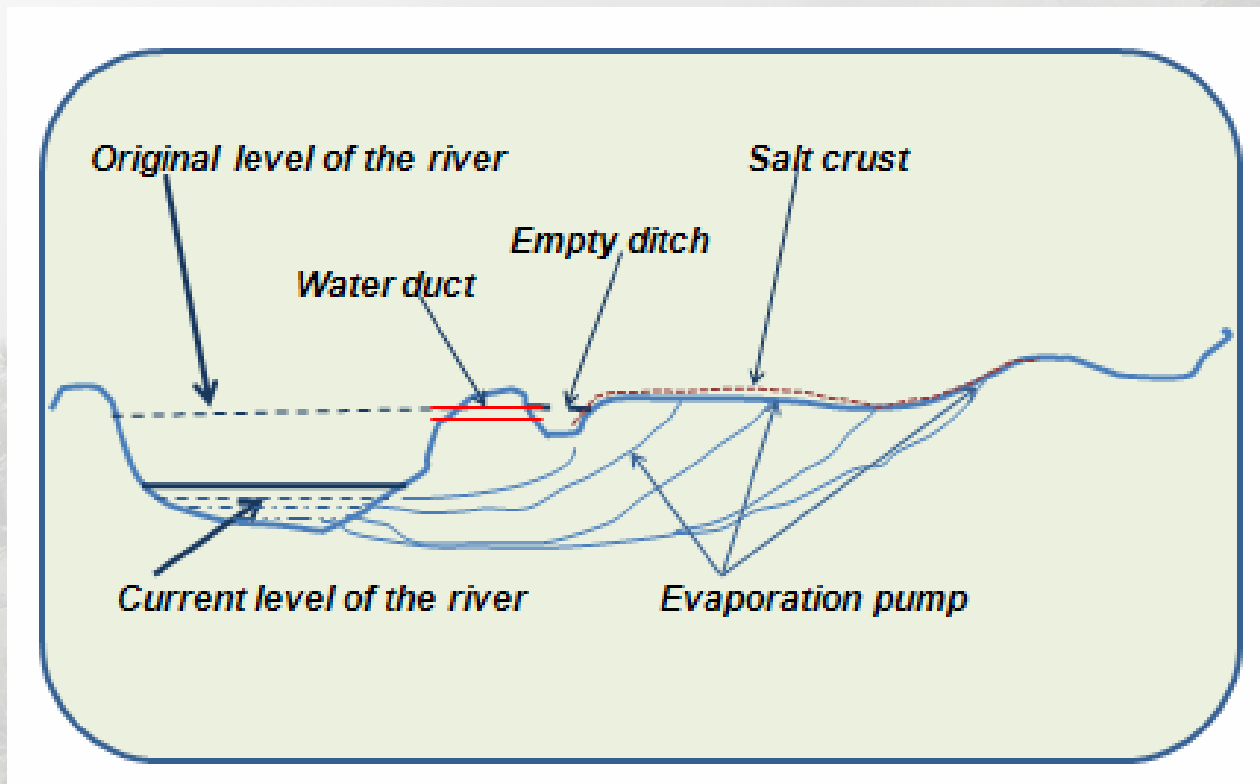


Рис.5. Засоление, вызванное падением уровня воды в реках

Межгосударственная проблема использования воды общих рек остается все еще неразрешенной.

В низовьях рек Евфрата и Тигра имеется около 30 тысяч квадратных километров площадей, ранее находившихся под болотами, озерами и при постоянном затоплении. Это так называемые «маршевые земли». На них проживало около 200 тысяч человек. Это была особая цивилизация со своей культурой, общественным укладом, образом жизни и хозяйственной деятельностью. Эти люди занимались овощеводством, рыболовством, разведением буйволов, коз, водоплавающей птицы. Жили они в камышовых домах, стоящих или на островках земли или на камышовых плотках.

По решению администрации Садама Хусейна была предпринята попытка избавиться от этой части населения, переводя их на «цивилизованный образ существования». В соответствии с этим решением две трети болот и затопленных земель были осушены за счет отвода вод в Персидский залив.

Этот проект негативно сказался не только на жизни большой массы коренного населения, но и на окружающей среде, и на климате над всей Месопотамией. Вода бассейна «маршевых земель» являлась своего рода гидравлическим затвором, предот-

вращавшим подтопление этих земель морской водой из Персидского залива. В период прилива уровень воды в заливе оказывается выше уровня воды в устье Тигра. (р. Евфрат сливается с р. Тигр в районе «маршевых земель»), и вода реки дополнительно обогащается морскими солями, таким образом, исключая возможность использования ее для орошения (Рис.6, 7).

Другим весьма негативным результатом осушения «маршевых земель» явилось резкое изменение климата. Механизм этого изменения, как и последствия, вполне очевидны. Вся гидрология Месопотамии и воздушная масса над ней представляют собой замкнутые в своих пределах системы. Любые изменения гидрологического режима незамедлительно сказываются на температуре почвы и воздуха. Снижение орошаемых площадей из-за засоления, уменьшение поверхности воды, как в каналах, так и на «маршевых землях» привело к тому, что сухие массы воздуха, разогретого над Аравийской пустыней, получают дополнительную тепловую подпитку над раскаленными землями центральной части Месопотамии. И теперь, эти массы воздуха, набрав энергии, разгоняются до ураганной скорости 7 м/сек, захватывают легкие фракции песка и глины, превращаются в песчаные ураганы [5].

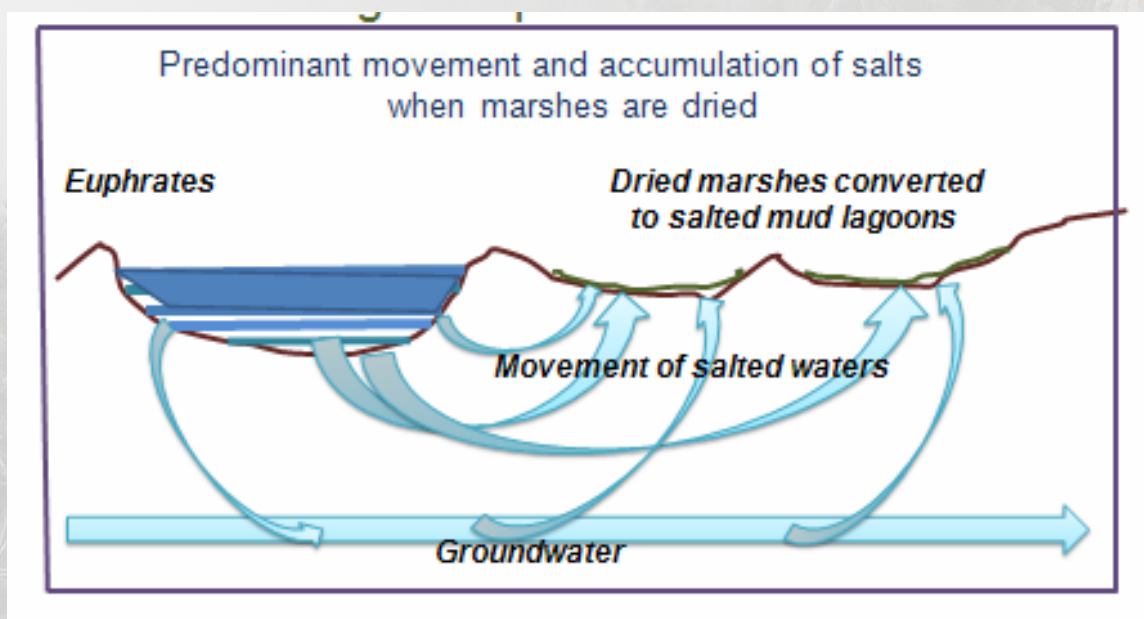


Рис.6. Болта, как уникальные буфера и регуляторы гидрологического режима в бассейн рек Тигра и Евфрата



десятки лет. Объективная зависимость объема и качества воды в реках Евфрат и Тигр от использования воды этих рек на территории Сирии и Турции потребует поиска новых источников пресной воды для орошения и водопотребления населением. С учетом всех объективных обстоятельств Единый государственный план реорганизации водного хозяйства Ирака должен будет предусмотреть реализацию следующих основных мероприятий:

- Строительство новых водохранилищ на малых и крупных притоках Тигра.
- Доставка только осветленной пресной воды по магистральным и распределительным трубным каналам.
- Строительство промышленных опреснительных установок и доставка пресной воды в пустынные районы Ирака.
- Строительство локальных опреснительных установок на основе использования ветровой и солнечной энергии для обеспечения питьевой и поливной водой удаленных малых поселений и отдельных фермерских хозяйств.
- Организация обоснованного контролируемого расхода воды на промывку почв, орошение выращиваемых культур.
- Строительство дренажных систем в местах, подверженных вторичному засолению или заболачиванию.
- Внедрение новых систем орошения для выращивания полевых и плантационных культур (дождевальные установки типа «Пивот» и капельное орошение).
- Организация контейнерного производства, в первую очередь овощных культур, с использованием капельного орошения и затенения. (Этот способ наиболее приемлем для семейного бизнеса).
- Полное восстановление «маршевых земель, как основного элемента гидрологической системы Ирака.

Как бы не казалась такая программа утопической, но объективно Ирак не имеет другой альтернативы.

## Литература

1. Беляков В. М., Голубев С. М. Ирригация на древней земле Ирака. Использование и охрана водных ресурсов. Ж. Гидротехника и мелиорация. 1984, №5, сс. 75-79.
2. Онищенко С. К. Морфометрические особенности профиля дельтовых почв аридной зоны (Ирак)ю Ж. Почвоведение, Доклады АН СССР, 1979. Т.246, №6, сс. 1486-1488.
3. Салех Халиль Аль-Мусайд. Мелиорация засоленных почв Ирака. Ж. Мелиорация (Доклады ТСХА). Вып. 213, 1975. сс. 109-113.
4. Ayad Mohammed Fadhil. Land Degradation Detection Using Geo-Information Technology for Some sites of Iraq. J. of Al-Nahrain Univ., vol. 12 (3) Sept. 2009, pp. 94-108
5. Aftab Kazmi and Khitam Al Amir. Iraq's dried marshes cause dust cover'. Gulf News, Aug., 2008(<http://gulfnews.com/news/gulf/uae/environment/iraq-s-dried-marshes-cause-dust-cover-1.53404>).
6. Abdul-Mutalib H. Al-Marsoumi and Maher M.M. Al-Asadi. Dust Storms and Their Environmental impact at the North-West Part of Arabian Gulf. J. of Iraqi Desert Studies. Special Issue of 1<sup>st</sup> Scientific Conference. Vol. 2 (2), 2010.
7. Agricultural Oases to tackle Desertification. 2011(<http://www.iraq-businessnews.com/2011/07/25/agricultural-oases-to-tackle-desertification>)
8. Amal Med-hat Abdul-Qadir and Thair Jirjees Benni. Monitoring and Evaluation of Soil Salinity in Term of Spectral Response Using Landsat Images and GIS in Mesopotamian Plain/Iraq. J. of Iraqi Desert Studies. Special Issue of 1<sup>st</sup> Scientific Conference. vol. 2 (2), 2010.
9. IRAQ:Death knells for agriculture? Bagdad,04,2009([www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=84142](http://www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=84142))
10. Matt Walker. Marshlands in Iraq are being partly restored through the UNEP 'Eden Again' Project. Jan. 2011. [http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth\\_news/new\\_sid\\_9364000/9364044.stm](http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth_news/new_sid_9364000/9364044.stm)
11. Rodger A. Payne. Desertification between the rivers. July, 2009. J/ The duck of Minerva, <http://duckofminerva.blogspot.com/2009/07/desertification-between-rivers.html>

(с) Нагорный В.Д., 2011

## ПАМЯТИ АЛЕКСАНДРА БОРИСОВИЧА БЕЛИКОВА

## ALEXANDR BELIKOV: IN MEMORY

**Грачев И.А. / Grachev I.A.**

Доктор технических наук, профессор, проректор по повышению квалификации Государственного университета по землеустройству, директор Института повышения квалификации «Информкадастр» / Doctor of Tech.Sci., professor, vice-rector of The State University of Land Use Planning, director of the Institute for Advanced Studies “Informkadastr”

e-mail: [grachev@infokad.ru](mailto:grachev@infokad.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена памяти видного ученого в области геодезии, землеустройства и кадастров профессора Государственного университета по землеустройству Александра Борисовича Беликова.

**Ключевые слова:** Беликов, Государственный университет по землеустройству, геодезия, повышение квалификации, земельная реформа, кадастр

**Abstract.** This article dedicated to the memory of famous scientist and educator in the field of geodesy, land use planning and cadastre, Professor Alexandr Belikov.

**Keywords:** Belikov, State University of land use planning, geodesy, advanced studies, land reform, cadastre.

25 августа 2011 года на 74-м году жизни после тяжелой болезни скончался видный ученый в области геодезии и геоинформатики, активный сторонник развития и применения современных топографо-геодезических методов, технологий и инструментальных средств при решении практических задач землеустройства, государственного кадастра недвижимости и мониторинга земель, организатор крупных образовательных проектов, талантливый педагог и воспитатель студенческой молодежи Александр Борисович Беликов.

Вся 50-летняя научно-педагогическая и трудовая деятельность Александра Борисовича была связана с развитием земельно-имущественного комплекса страны, проведением научных исследований и подготовкой специалистов в этой сфере. Он широко известен в кругах землеустроительной общественности России, его ученики работают

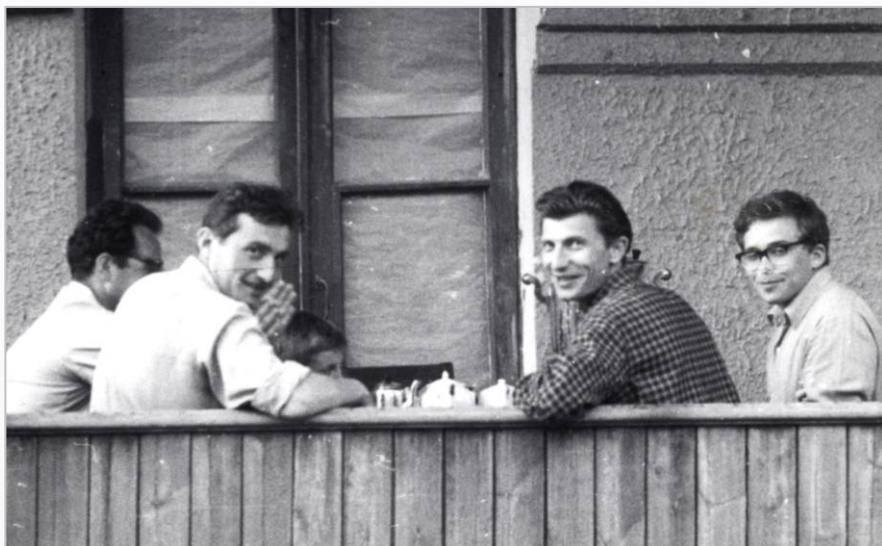
в организациях и на предприятиях отрасли во многих регионах страны.

Александр Борисович родился 23 апреля 1938 года в Москве.

В 1961 году окончил геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (МИИЗ), являясь одним из учеников крупного ученого заведующего кафедрой геодезии профессора А.В. Маслова, и начал свой трудовой путь в должности инженера-геодезиста Метрогипротранса СССР.

В 1964 году он был приглашен профессором А.В. Масловым ассистентом на кафедру. В период с 1964 по 1991 год вел активную научно-педагогическую деятельность в стенах МИИЗа.

В 1974 году стал кандидатом технических наук, затем доцентом, в последующие годы исполнял обязанности заведующего кафедрой высшей математики.



**Александр Борисович Беликов**  
(фото из архива кафедры геодезии и геоинформатики ГУЗ)

В 1976 – 1979 годах был заместителем декана землеустроительного факультета и исполнял обязанности декана геодезического факультета.

В 1991 году начались масштабные преобразования в области земельно-имущественных отношений и был создан Государственный комитет по земельной реформе РСФСР. Александр Борисович был приглашен на работу в этот орган государственного управления, где курировал вопросы топографо-геодезического обеспечения землеустроительных работ и земельного кадастра. Проводимая в России земельная реформа, создание государственного земельного кадастра предполагали большой объем топографо-геодезических работ, который можно было выполнить только на основе применения современных геодезических приборов и технологий. В целях освоения российскими специалистами международного опыта в построении и формировании земельного кадастра был создан Центр по реализации проекта ЛАРИС (Международная программа поддержки реализации земельных реформ в России). В 1994 году А.Б. Беликов был назначен заместителем, а с 2000 года стал директором этого центра. В рамках реализации проекта были организованы стажировки большого количества специалистов во многих зарубежных странах, благодаря чему создание современного земельного кадастра в России было обеспечено квалифицированными кадрами.

После завершения проекта ЛАРИС, в 2004 году Александр Борисович вернулся на постоянную работу профессором кафедры геодезии и геоинформатики в Государственный университет по землеустройству (ГУЗ). Он проводил обширную преподавательскую деятельность по целому ряду дисциплин кафедры, активно вел научные исследования в области математической обработки результатов геодезических измерений.

В 2006 году на базе факультета повышения квалификации ГУЗа был создан Институт повышения квалификации (ИПК) «Информкадастр». Основной задачей института было существенное расширение деятельности по дополнительному профессиональному образованию специалистов территориальных органов Роснедвижимости (в

последующем – Росреестра), агропромышленного комплекса страны, предприятий, организаций и фирм в области землеустройства и кадастра недвижимости по всей территории России. А.Б. Беликов был назначен заместителем директора ИПК «Информкадастр». Он стоял у истоков создания института и проработал в нем до последних дней своей жизни. В этой должности в полной мере проявились его организаторские способности, огромный научно-педагогический талант и большой профессиональный и жизненный опыт.

Решение поставленной перед институтом задачи было возможно только при условии создания регионально распределенной системы дополнительного профессионального образования (ДПО), основанной на партнерских отношениях с региональными профильными вузами и предприятиями отрасли. Исключительно благодаря усилиям Александра Борисовича такая система в короткие сроки была создана и успешно функционирует по настоящее время. Обучение организуется и проводится не только в стенах ГУЗа в Москве, но и в 26-ти городах Российской Федерации – от Краснодара до Хабаровска. Благодаря этому за период 2006-2011 гг. повышение квалификации и профессиональную переподготовку в рамках данной системы ДПО прошли более 16 тысяч специалистов из всех регионов России на едином для всех регионов учебно-методическом уровне.

Масштабное формирование кадастра недвижимости в Российской Федерации, развитие нормативной правовой базы кадастра вызвало необходимость разработки новых учебных курсов ДПО и, в первую очередь, комплексного курса профессиональной переподготовки специалистов по осуществлению кадастровой деятельности (кадастровых инженеров). В 2008 году такой учебный курс, включающий в себя 12 учебных дисциплин, институтом совместно со многими кафедрами ГУЗа был разработан. При этом он был реализован в системе дистанционного обучения через Интернет. Александр Борисович, благодаря обширному диапазону своих научно-педагогических интересов, внес огромный вклад в учебно-методическое построение и информацион-



ное наполнение данного курса. Его авторству принадлежат не только материалы по геодезии и проведению кадастровых съемок современными инструментальными средствами, но и в значительной степени – по правовым основам кадастровой деятельности, государственному кадастровому учету, формированию межевого плана. Им разработано специальное методическое пособие по подготовке к квалификационному экзамену по аттестации кадастровых инженеров, которое также реализовано в системе дистанционного обучения. В связи с появлением соответствующих нормативных документов Александр Борисович в последнее время начал активно работать над развитием учебных материалов, связанных с проведением кадастрового учета в части объектов капитального строительства и составлением технического плана. Он являлся одним из самых активных преподавателей учебного курса, как в рамках очной части, так и на этапе дистанционного обучения.

Выполняя большой объем работы в ИПК «Информкадастр», он продолжал активную преподавательскую деятельность на кафедре геодезии и геоинформатики, а в последующем – на кафедре аэрофотогеодезии.

Его научный авторитет и профессиональные знания были по заслугам оценены в органах государственного управления, отвечающих за развитие земельно-имущественных отношений в нашей стране. Он неоднократно привлекался в качестве эксперта в рабочие группы по подготовке нормативных документов и регламентов Минэкономразвития РФ и Росреестра.

Александр Борисович всегда шел в ногу со временем, применяя инновационные методы и технологии в своей научно-педагогической деятельности. Прекрасно владел компьютерными информационными системами и программными средствами обработки геодезических измерений, составления межевого плана, современными средствами информационного обмена, дистанционного обучения и формирования учебных материалов. Показательным является тот факт, что, даже находясь в отпуске, он не расставался с ноутбуком.

А.Б. Беликов - автор большого количества научных публикаций и учебных из-

даний. В последние годы им разработаны учебники и учебные пособия: «Геодезия» (электронная версия, в соавторстве, 2009); «Геодезия» для слушателей курсов повышения квалификации (в соавторстве, 2010); «Практические рекомендации по составлению Межевого плана» (в соавторстве, 2010); «Точность измерений при подготовке Межевого плана» (2010); «Землеустройство и кадастр недвижимости» для специалистов Росреестра (в соавторстве, 2010); «Геодезия» для студентов вузов, обучающихся по направлению 120700 – «Землеустройство и кадастры» (в соавторстве, 2011).

Особо следует сказать о преподавательском таланте Александра Борисовича. Он умел захватить внимание всей студенческой аудитории, доступно преподнося материалы такой сложной для понимания дисциплины, как геодезия. Много времени уделял индивидуальным занятиям и консультациям, не оставляя никого без внимания. Особенно его талант проявился при проведении занятий на курсах повышения квалификации, для которых характерны повышенные требования со стороны слушателей и крайняя ограниченность учебного времени. Мне неоднократно доводилось слышать восторженные отзывы о его занятиях как от слушателей из регионов нашей страны, так и от иностранных граждан.

Александр Борисович был не только высококлассным профессионалом, талантливым ученым, преподавателем и педагогом. Он обладал неиссякаемой творческой и жизненной энергией, высокими человеческими качествами. Бескомпромиссность в научной и преподавательской деятельности в нем сочеталась с чутким и внимательным отношением к каждому сотруднику и ученику. Он был по истине душой коллектива и источником оптимизма.

Автору этих строк довелось поработать с Александром Борисовичем «плечом к плечу» последние пять лет в ИПК «Информкадастр», совместно реализуя наши идеи и планы, преодолевая трудности и радуясь успехам. Я считаю это большой жизненной удачей.

Александр Борисович Беликов навсегда останется в нашей памяти и сердцах.

(с) Грачев И.А., 2011

УДК 378

## ЗАМЕТКИ СТУДЕНТА К 50-ЛЕТИЮ АГРАРНОГО ФАКУЛЬТЕТА РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ

STUDENT NOTES TO THE 50TH ANNIVERSARY OF THE AGRICULTURAL  
FACULTY OF RUSSIAN PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY



### Самброс А.П. / Sambros A.P.

Студентка IV курса Аграрного факультета Российского университета дружбы народов / Student of the Agricultural Faculty of Russian Peoples' Friendship University

e-mail: [a\\_sambros@list.ru](mailto:a_sambros@list.ru)



### Касьяник Е.И. / Kasianik E.I.

Студентка IV курса Аграрного факультета Российского университета дружбы народов / Student of the Agricultural Faculty of Russian Peoples' Friendship University

e-mail: [kosyachok6@gmail.com](mailto:kosyachok6@gmail.com)

**Аннотация.** В этом году нашему аграрному факультету исполнилось 50 лет. На протяжении полувека факультет рос и развивался, появлялись новые кафедры и новые студенческие организации. Наш аграрный - это факультет «жизни», который помогает нам проявлять себя, узнавать новое и интересное и создавать фундамент для будущей жизни.

**Ключевые слова:** Аграрный факультет, землеустройство, кадастр, студенческий комитет, дисциплины

**Abstract.** Agricultural faculty is 50 years old in this year. During half a century faculty grew and developed, created new chairs and new student organizations. Our agricultural faculty is a department «of life», which helps us to express ourselves, learn something new and interesting and establish a foundation for future life.

**Keywords:** Agricultural faculty, land management, cadastre, the student committee, subjects/

Выбор высшего учебного заведения был сделан авторами этой статьи абсолютно по разным причинам, но без сомнения никто из нас ни разу не пожалел о нем.

Первый раз я, Александра Самброс попала в здание Российского университета дружбы народов около 10 лет назад, когда моя сестра, выпускница экономического факультета, взяла меня с собой. Помню, что просто влюбилась в это место – каскад фон-

танов перед входом, зимний сад с пальмами и папоротниками, черепашки и золотые рыбки в бассейнах, и просто удивительная дружественная студенческая атмосфера поразили меня.

С тех пор вопрос о выборе университета даже не стоял, оставалось решить на какой же факультет пойти учиться. Хотя сделать это среди того разнообразия направлений, которое предоставляет РУДН абитуриентам, было очень не просто.

Узнав о том, что на Аграрном факультете идёт набор на новую специальность «Землеустройство и кадастры» я решила попробовать свои силы там.

В свою очередь, мою подругу Елену Касьяник привлекли большие возможности, которые дает РУДН. Любитель естественных наук, и в особенности биологии, она хотела стать хорошим специалистом в этой области и добиться успехов на этом поприще.

Нам бы хотелось хотя бы кратко рассказать о жизни нашего любимого вуза.

В этом году Аграрный факультет отмечал свой юбилей – ему исполнилось 50 лет, а начал он свою работу 1 сентября 1961 года.



Фото. 1. Здание Аграрного факультета РУДН

По мере развития факультета к 2011 году здесь успешно работают 10 кафедр:

- Анатомии, физиологии животных и хирургии
- Безопасности жизнедеятельности и управления природными и техногенными рисками
- Ботаники, физиологии, патологии растений и агробиотехнологии
- Ветеринарной патологии
- Генетики, растениеводства и защиты растений

- Почвоведения и земледелия
- Садово-паркового и ландшафтного дизайна
- Стандартизации, сертификации и ветсанэкспертизы
- Технологии производства и переработки продукции животноводства
- Экономической оценки и земельного кадастра

У абитуриентов есть возможность выбрать свою будущую специальность в сфере ветеринарии, агрономии, зоотехнии,

агроэкономики, стандартизации и сертификации, садово-паркового и ландшафтного строительства, а также землеустройства и кадастров.

Подготовиться к сдаче экзаменов и поступлению поможет Агробиологическая школа, специально организованная для этой цели. Здесь школьники имеют возможность более углубленно изучить такие дисциплины как биология, физика, математика, русский язык и химия.

В последние годы на факультете активно работает Студенческий комитет (СКАФ), созданный по инициативе коллектива студентов с активной позицией, которым небезразлично будущее факультета. Сплоченная команда энергичных ребят, желающих сделать жизнь интересной, насыщенной и полной ярких впечатлений, устраивает концерты, экскурсии и походы на выставки, в музеи и в театры. Также у нас есть своя команда КВН аграрного факультета. Студенты факультета активно участвуют во всевозможных общеуниверситетских конкурсах и соревнованиях и часто занимают призовые места. Так, девушка с нашего аграрного, заняла первое место в конкурсе Мисс РУДН.

СКАФ помогает первокурсникам сориентироваться и адаптироваться в первые недели пребывания на факультете, дает им возможность проявить свои умения и таланты; активно участвует в решении всех вопросов, касающихся жизни и деятельности студентов, поддерживает тесную связь с деканатом, тьюторами и старшими преподавателями курсов и участвует в работе деканатских комиссий.

На факультете действует Научное студенческое общество, которое активно привлекает студентов в научную жизнь факультета, контролирует работу научных студенческих кружков, организывает проведение научных конференций и семинаров на базе факультета, а также предоставляет свои проекты на фестивали наук РУДН и различные олимпиады. Студенты имеют возможность публиковать свои работы в сборниках статей ежегодных Международных научно-практических конференций преподавателей, молодых ученых и аспирантов аграрных вузов РФ. Будущие молодые специалисты

учатся выводить новые сорта растений, лечить домашних и сельскохозяйственных животных, грамотно и правильно создавать дизайн садов и парков, обустраивать сельскохозяйственные территории и оценивать недвижимость. На базе факультета существуют научные инновационные лаборатории, предназначенные для обеспечения исследовательской деятельности на факультете.

Учебные рабочие планы по направлениям обучения обеспечивают подготовку высокопрофессиональных и всесторонне-образованных специалистов. Вместе с профильными дисциплинами, в учебный план входят предметы, направленные на развитие кругозора и эрудиции студентов. Кроме основных дисциплин, мы изучали такие науки, как философия, правоведение, история, педагогика и психология. Иногда очень полезно бывает оторваться от своих основных предметов и для разнообразия погрузиться во что-то, не связанное со специальностью. Так на паре по русскому языку и культуре речи мы готовили проект для конференции, посвященной невербальному общению, где для наглядного представления использовали фотографии одноклассников, показывающие разные способы проявления коммуникации без применения слов.

В 2007 году в связи с преобразованием аграрного факультета на базе курса «Экономика, организация и управление аграрным производством» была открыта кафедра «Экономической оценки и земельного кадастра». Мы стали практически первопроходцами в этой специальности, так как наш выпуск будет первым.

По окончании I и II курсов мы проходили учебную геодезическую практику в Тульской области, где преподаватели обучили нас технологиям съемки местности с использованием геодезических приборов – спутниковых ГЛОНАСС/GPS приемников, электронного тахеометра, теодолитов, цифровых и оптических нивелиров. Мы разбирали устройство геодезических инструментов, самостоятельно выполняли все основные виды съемки местности и рельефа и по полученным пространственным данным чертили топографические планы территории.



Фото 2. Геодезическая практика. Съемка спутниковым приемником



Фото 3. Геодезическая практика. Работа с электронным тахеометром

В целях научного эксперимента по изучению точности спутниковых наблюдений, в поле на фиксированном базисе несколько часов мы проводили измерения с помощью специальной аппаратуры. Кроме того, мы научились использовать для создания карт и планов материалы аэро- и космических снимков, освоили особенности геодезических работ при землеустройстве и кадастрах.

Не зря девиз нашего университета - «Знанием объединимся». Поскольку РУДН - это единственное учебное заведение в Москве, да и во всем мире, где учатся студенты из более чем 140 стран. К последнему курсу в твоей телефонной книге появляются номера новых друзей практически со всех континентов. И это удивительно!

Почему мы любим свой университет? И в особенности факультет?

Потому что в нашем родном голубом здании Аграрного факультета мы обрели настоящих друзей, вместе проходили испытания аттестациями и сессиями, вместе неделями жили в одних комнатах на практике, вместе отмечали дни рождения и праздники. Наш факультет стал нам домом, где всегда уютно, где проходя по коридорам, ты здоро-

ваешься практически с каждым, где тебе всегда помогут, где хочется узнавать новое, развиваться, не стоять на месте, активно участвовать в общественной жизни, проявлять и показывать себя. На факультете мы обрели уверенность и веру в свои силы, так как всегда могли найти поддержку у наших преподавателей и тьютора. Наш Аграрный – это факультет полной жизни, где просто невозможно «пересидеть» обучение, и не принимать участие в каких-либо студенческих организациях и мероприятиях, заражаясь энтузиазмом активистов.

Живи и процветай, наш Аграрный факультет! А мы, твои выпускники, всегда будем помнить свои студенческие годы, которые, без сомнения, стали одним из самых ярких и запоминающихся моментов в жизни.

С уверенностью могу сказать, что мы снова и снова будем возвращаться в ставшие родными стены, встречаться со своими преподавателями, которые явились для нас наставниками, и друзьями, обретенными на всю жизнь.

(с) Самброс А.П., Касьяник Е.И., 2011



Фото.4. Торжественное заседание, посвященное 50-летию Аграрного факультета Российского университета дружбы народов. За трибуной ректор Университета академик В.М.Филиппов

## АЛЬБЕРТУ ГАМЗАТОВИЧУ ЮНУСОВУ – 75 ЛЕТ



23 сентября 2011 года исполнилось 75 лет известному геодезисту, преподавателю и талантливому организатору учебного процесса в высшей школе, профессору Альберту Гамзатовичу Юнусову.

Альберт Гамзатович родился 23 сентября 1936 года.

В 1954 году Альберт Юнусов с золотой медалью окончил среднюю школу и поступил на геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (ныне Государственный университет по землеустройству).

После окончания института А.Г.Юнусов четыре года проработал инженером-геодезистом в Мосгоргеотресте, затем в 1963 году вернулся в родной институт, где успешно работает и сегодня.

В 1973 году Альберт Юнусов защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук, в 1974 году ему присвоили ученое звание доцента.

В 1981 году А.Г.Юнусов был избран деканом Геодезического факультета, и проработал на этой должности 25 лет, отдав много сил и энергии организации учебного

процесса, подготовке высококвалифицированных кадров, развитию факультета.

За большие заслуги в научно-педагогической работе А.Г.Юнусову присвоено звание профессора кафедры геодезии и геоинформатики.

В настоящее время Альберт Гамзатович Юнусов продолжает активно заниматься научной, методической и преподавательской деятельностью. Область его научных интересов - задача внедрения современных технологий при выполнении земельно-кадастровых геодезических работ.

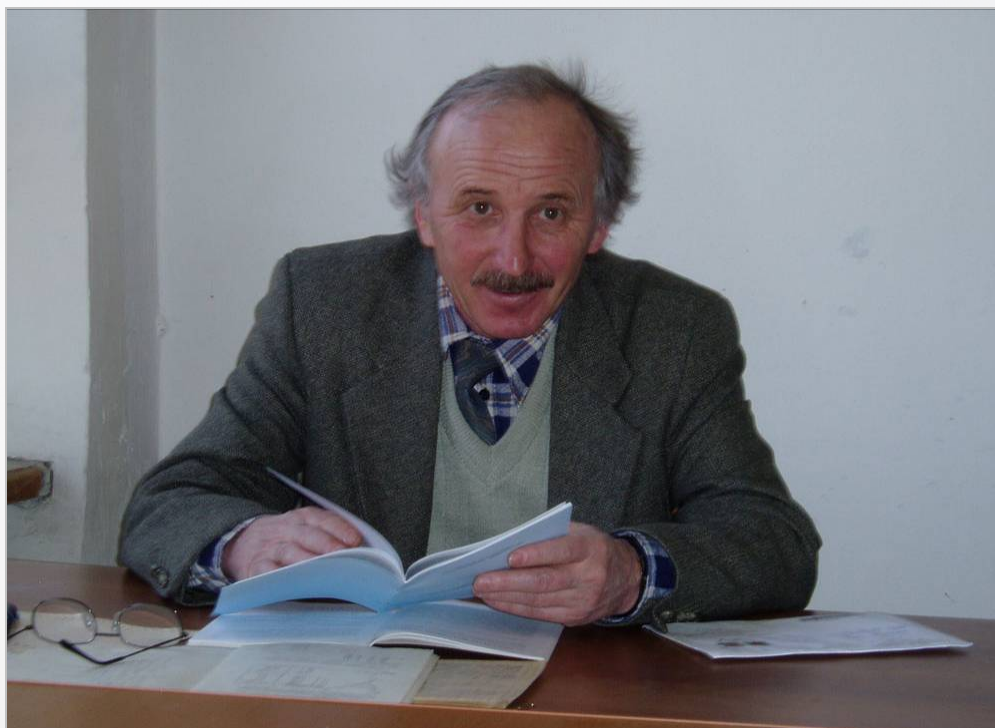
А.Г.Юнусов – автор около 100 научных и учебно-методических работ, в 2011 году был издан написанный им (в соавторстве) учебник «Геодезия» для студентов направления «Землеустройство и кадастры».

Альберт Гамзатович Юнусов имеет почетные звания Заслуженный работник высшего образования, Отличник геодезии и картографии, Почетный геодезист, награжден медалью «За заслуги перед Отечеством» II степени, почетным нагрудным знаком Государственного университета по землеустройству, и другими правительственными и ведомственными наградами.

Редакция журнала от имени кафедры геодезии и геоинформатики Государственного университета по землеустройству и всех профессионалов в области наук о Земле поздравляет Альберта Газматовича с юбиле-

ем и желает ему долгих и счастливых лет жизни, крепкого здоровья, отличного настроения, семейного благополучия и новых успехов в научной, преподавательской и творческой деятельности!

## МИХАИЛУ ДАНИЛОВИЧУ ГЕРАСИМЕНКО – 65 ЛЕТ



25 августа 2011 года исполнилось 65 лет известному российскому геодезисту, специалисту в области наук о Земле, исследователю и преподавателю – Михаилу Даниловичу Герасименко.

Михаил Данилович родился 25 августа 1946 года в селе Ольшевка Приморского края в крестьянской семье.

В 1964 году Михаил Герасименко поступил на Физико-математический факультет Дальневосточного государственного университета, который окончил в 1969 году, защитив диплом по кафедре астрономии и геодезии и получив специальность астрономо-геодезист. В этом же году Михаил Данилович начинает работать в качестве ассистента на родной кафедре.

В 1972-1974 годах обучается в аспирантуре Новосибирского института инженеров геодезии и картографии (НИИГАиК) и в 1975 году защищает кандидатскую на тему "Уравнивание и оценка точности геодезиче-

ских сетей методом условий с единым алгоритмом составления условных уравнений". В 1987 году в Московском институте инженеров геодезии и картографии (МИИГАиК) Михаил Герасименко защищает докторскую диссертацию на тему "Оптимальное проектирование, уравнивание и анализ геодезических сетей с применением собственных значений матриц".

На протяжении всего этого времени Михаил Данилович не прекращает преподавательскую деятельность в ДВГУ и проходит все ступени педагогической лестницы от ассистента до доцента. В 1990 г. Михаилу Даниловичу присвоено звание профессора.

В 1988 году перешел на работу в Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН.

Научная деятельность Михаила Даниловича тесно связана с геодезией и ее применением для исследования современных движений земной коры. Михаил Дани-



лович внес большой вклад в теорию и разработку методов последовательного уравнивания геодезических сетей (70-80-е годы прошлого столетия); теорию и методы оптимального проектирования геодезических сетей (80-90-е годы); исследование и моделирование движений и деформаций земной коры по геодезическим данным (80-е и по н.в.); теорию и методы фиксации систем координат по данным космической геодезии (90-е и по н.в.) и другие области современной геодезии. Награжден нагрудным знаком «Почетный геодезист».

В настоящее время Михаил Данилович продолжает преподавать студентам-геодезистам теперь уже Дальневосточного федерального университета (ДФУ), и пло-

дотворно работать в науке, активно принимая участие в исследованиях современной тектоники Дальнего Востока РФ, выполняемых в ДВО РАН и ДВФУ с использованием GPS/ГЛОНАСС методов. Михаил Данилович автор 147 научных работ, среди которых 4 монографии. Он активный член Секции геодезии Национального геофизического комитета и один из авторов последнего Национального отчета, представленного на XXV Генеральную ассамблею Международного союза геодезии и геофизики.

Редакция журнала от имени профессионалов в области наук о Земле поздравляет Михаила Даниловича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, семейного благополучия и творческого долголетия!

## НИКОЛАЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ ПОПОВУ – 60 ЛЕТ



1 октября 2011 году исполнилось 60 лет известному ученому Николаю Алексеевичу Попову.

Николай Попов родился 1 октября 1951 года на Украине в селе Сидорова-Яруга, Великописаревского района Сумской области.

В 1970 году Н.А.Попов окончил заочное отделение Маловысторопского совхоза-техникума имени П.С.Рыбалко.

Служил в рядах Советской армии.

В 1979 году Николай Алексеевич окончил Сельскохозяйственный факультет (ныне Аграрный факультет) Университета Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы по специальности – агрономия (ныне Российский университет дружбы народов).

После университета в течении десяти лет Николай Алексеевич Попов работал на различных административных и руководя-

щих должностях в аппарате Министерства и ведомств – госинспектором в Министерстве заготовок РСФСР, инструктором производственного отдела ЦК профсоюза работников сельского хозяйства, главным технологом Минплодоовощхоза СССР, инспектором отдела сельского хозяйства Комитета народного контроля РСФСР.

В 1990 году Н.А.Попов окончил очную аспирантуру по кафедре «Экономика народного хозяйства» Академии общественных наук при ЦК КПСС и успешно защитил кандидатскую диссертацию.

После окончания аспирантуры – Николай Алексеевич работал Генеральным директором АО «АККОР», заместителем генерального директора Государственного Агентства по делам фермеров Минсельхозпрода РФ.

В 1994 году Николай Алексеевич окончил заочную докторантуру ВНИИТУСХ, успешно защитив диссертацию на соискание ученой степени доктора экономических наук.

Н.А.Попов автор многолетних исследований в области аграрной экономики кооперативного движения и фермерства в России. При его непосредственном участии были разработаны закон РСФСР от 22 ноября 1990г. «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» и ряд правительственных постановлений по государственной поддержке кооперации и фермерства, а также методические рекомендации по региструктаризации аграрного сектора экономики.

С 1997 года Н.А.Попов работает в Российском университете дружбы народов, где основал и возглавил кафедру Агрэкономии. В 2003 году Н.А.Попов утвержден в ученом звании профессора.

Николай Алексеевич – автор более 160 научно-практических работ, в том числе 7 монографий и книг по актуальным проблемам аграрных преобразований, соавтор семи учебников для аграрных вузов и колледжей. Внедрил на практике разработанную им концепцию формирования организационно-правовых форм хозяйствования в национальной экономике. Участвовал в разработке целого ряда законов и Правительственных постановлений «О крестьянском (фермерском) хозяйстве», «О государствен-

ной поддержке кооперации и фермерства в аграрной сфере» и др. Под его научным руководством защищено пять кандидатских диссертаций. Осуществлял руководство двумя грантами, в т.ч. грант СИДО (Канада) «О создании учебно-консультационных центров на территории РФ» и грант фонда «Евразия» по развитию сельской потребительской кооперации (с/х кооперативов) в Московской области и Чувашской республики.

В 2003 году кафедра Агрэкономии была реорганизована в кафедру Экономики, организация и управления аграрным производством. Николай Алексеевич продолжил руководство кафедрой, которая в 2007 году была преобразована в кафедру Экономической оценки и земельного кадастра.

С 2008 года Николай Алексеевич работает профессором кафедры Экономической оценки и земельного кадастра, читает лекции и ведет семинары по проблемам аграрной экономики, кооперации и организации управления аграрным производством, ведет очных и заочных аспирантов.

Научные интересы Н.А.Попова выражаются в исследовании современных проблем кооперации и фермерства, развитии аграрной реформы, реформирования АПК, разработке концепции модели сельскохозяйственной потребительской кооперации в АПК и проблем эффективности функционирования и развития информационно-консультационной службы в АПК.

Основные результаты исследований Н.А.Попова изложены в книгах: «Сельскохозяйственная кооперация: прошлый опыт и современные проблемы». – М., 1990г. – 5,5 п.л.; «Основы формирования единой кооперативной системы в АПК страны». – М., 1990г. – 9,5 п.л.; «Организация сельскохозяйственного производства». - М.: Издательство «ЭКМОС» - 1999г.-352 с.; «Экономика сельскохозяйственного производства» - М.: Издательство «ЭКМОС» - 1999г – 352с.; «Основы менеджмента в аграрном производстве» - М.: Издательство «ЭКМОС» - 2001г.-208с., свои научные исследования опубликованы им в 150 статьях, и главным образом, в центральной печати и зарубежных изданиях, а также в монографиях, изданных в России и за рубежом, в Индии, под названием «Сельскохозяйственные коо-

перативы: прошлый опыт и перспективы развития их в России». (г. Дели, 1992. – 5,5 п.л.).

Николай Алексеевич Попов является академиком Российской академии естественных наук, лауреатом Государственной научной стипендии «Выдающийся ученый» за написание учебников президиума РАН на период с 2000 по 2003 год, экспертом Международного Сельскохозяйственного форума стран Центральной и Восточной Европы по вопросам аграрной политики Евросоюза. Награжден благодарностями и почетными грамотами РУДН, Юбилейной медалью к 45-летию РУДН, Почетной Грамотой Сов-

мина России и КНК России и другими наградами.

В своей трудовой деятельности Николай Алексеевич всегда проявляет себя как инициативный, квалифицированный специалист, добрый, отзывчивый человек.

Редакция журнала от имени кафедры экономической оценки и земельного кадастра РУДН и всех профессионалов в области наук о Земле поздравляет Николая Алексеевича с юбилеем и желает ему долгих лет жизни, крепкого здоровья, семейного благополучия и новых успехов в научной, преподавательской и творческой деятельности!

## БОРИС КИРИЛЛОВИЧ МАЛЯВСКИЙ (1925-2011)



9 сентября 2011 года после тяжелой болезни на 87 году жизни скончался известный ученый в области аналитической фотограмметрии и цифровой картографии профессор, доктор технических наук Борис Кириллович Малявский.

Борис Кириллович родился в 1925 году в Москве.

С 1940 года – курсант Московской специальной артиллерийской школы, затем курсант Ленинградского артиллерийского училища в г. Костроме. В 1944 году окончил училище по специальности «Артиллерийская топографическая разведка», получив звание офицера, и был направлен в действующую армию командиром взвода топографической разведки 41-й Гвардейской артиллерийской бригады, в Венгрию.

В 1947 году, после демобилизации, Борис Малявский поступил на геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (МИИЗ, ныне Государственный университет по землеустройству), который с отличием закончил в 1952 году.

В 1958 году Борис Кириллович защитил кандидатскую диссертацию, работал доцентом и профессором на кафедре аэрофотогеодезии МИИЗ. В 1973 году Борис Кириллович Малявский защитил докторскую диссертацию, в 1975 году ему было присвоено ученое звание профессор. С 1978 года Б.К. Малявский работал профессором кафедры аэрофотогеодезии МИИЗ.

Борис Кириллович Малявский – признанный авторитет в области аналитической

фотограмметрии, автоматизированной обработки аэрофотоснимков и цифровой картографии. Им в разное время опубликовано множество научных статей, монографий, учебников и учебных пособий, по которым учились и учатся многие поколения студентов в нашей стране и за рубежом; под его руководством подготовлено и успешно защищено более десяти кандидатских и докторских диссертаций.

Борис Кириллович являлся членом специализированного Совета по защите кандидатских и докторских диссертаций, членом Международного фотограмметрического общества, кавалером Почетного знака «За заслуги перед университетом», «Золотого

Почетного нагрудного знака Государственного университета по землеустройству».

В последние годы Б.К.Малявский работал профессором кафедры картографии, вел занятия с аспирантами по дисциплине «Автоматизация создания цифровых моделей местности».

Борис Кириллович снискал к себе глубокое уважение студентов, аспирантов и коллег как высококвалифицированный научный работник, опытный преподаватель и хороший человек.

Добрая память о Великом Учителе навсегда сохранится в сердцах его коллег, товарищей и учеников.