Р.В. Маглакелидзе¹, Т.П. Гордезиани¹, Н.Ш. Джамаспашвили¹, М.Д. Шарашенидзе¹

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МАРТКОПСКОГО СТАЦИОНАРА: СВЯЗИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Статья посвящается светлой памяти выдающегося
грузинского географа и картографа,
экспериментатора и путешественника,
профессора *Нико Беручашвили*

АННОТАЦИЯ

Марткопскому физико-географическому стационару более половины века (50 лет). Стационар был основан по инициативе заведующего кафедрой физической географии Тбилисского государственного университета М.С. Санеблидзе. В 1962 г. было выбрано место (в 30 км к северо-востоку от Тбилиси). В 1963 г. было построено 3 здания (4-е было построено в 1967 г.), а 20 мая 1965 г. были начаты постоянные метеорологические наблюдения. Во время первого этапа исследований, кроме метеорологических наблюдений, проводились комплексные физико-географические исследования окрестностей Марткопского стационара (хребта Ялно и прилегающих территорий), была составлена детальная ландшафтная карта этой территории (в м-бе 1: 25 000). В 1969 г. были начаты исследования структуры и функционирования ландшафтов окрестностей стационара. Однако в основном эти исследования проводились по методике биогеоценологических и экологических стационаров.

Началом «золотого периода» исследований на стационаре считается 20 мая 1971 г., когда была принята новая программа исследований. Эта программа позволяла круглогодично в течение суток производить 5000–6000 отсчётов, на основе которых можно было получить представление более чем о 100 параметрах, характеризующих ежесуточное состояние структуры и функционирования природно-территориальных комплексов (ПТК). Результаты этих исследований публиковались в бюллетенях «Наблюдения и исследования на Марткопском стационаре» (1973–1975 гг.). Именно с этого периода и начинаются многокомпонентные исследования как структуры и функционирования, так и состояний ПТК.

Марткопский физико-географический стационар и созданная на его основе в Тбилисском университете в 1979 г. Научно-исследовательская лаборатория по изучению состояний природной среды аэрокосмическими методами стали центром в изучении состояний геосистем горных регионов на примере Кавказа. В этот период под руководством Н.Л. Беручашвили была создана первая экспертная геоинформационная система на основе ЭВМ, и таким образом были заложены основы создания многокомпонентной рабочей геоинформационной системы Марткопского физико-географического стационара.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экспертная система, фитомасса, экспериментальный участок, стекс, мониторинг

¹ Тбилисский государственный университет имени Иванэ Джавахишвили, Кафедра геоморфологии и картографии, просп. Чавчавадзе, д. 3., 0179, Тбилиси, Грузия; e-mail: robertmaglakelidze@yahoo.com, tengiz.gordeziani@tsu.ge, njamaspashvili@tsu.ge, manana.sharashenidze@yahoo.com

Tengiz P. Gordeziani¹, Neli Sh. Jamaspishvili¹, Robert V. Maghlakelidze¹, Manana D. Sharashenidze¹

GEOINFORMATION SYSTEM OF THE MARTKOPI STATION: COMMUNICATIONS AND PROSPECTS

The article is dedicated to the blessed memory of the outstanding
Georgian geographer and cartographer,
experimenter and traveler,
Professor *Niko Beruchashvili*

ABSTRACT

Martkopi Physical-Geographical station is more than half a century (50 years). This station was founded by the initiative of the head of the Department of Physical Geography, Tbilisi State University M.S. Sanablidze. A place (30 km North-East of Tbilisi) was chosen in 1962. In 1963, 3 buildings were built (the fourth was built in 1967), and on May 20, 1965 constant meteorological observations were started. During the first stage of research, in addition to meteorological observations, comprehensive physical and geographical studies of the surroundings of the Martkopi station (the Yalno ridge and adjacent territories) were carried out, and a detailed landscape map of this territory was compiled (on a scale of 1: 25 000). In 1969, studies of the structure and functioning of the landscapes of the station environs were began. However, basically, these studies were carried out according to the methodology of biogeocenological and ecological stations.

As the beginning of the “golden period” of researches at station considered to be May 20, 1971, when a new research program was adopted. This program allowed to take 5000–6000 readings during the day throughout the year, on the basis of which it was possible to get an idea of more than 100 parameters characterizing the daily state of the structure and functioning of natural-territorial complexes (NTC). The results of these studies were published in the bulletins “Observations and studies at the Martkopi station” (1973–1975). It is from this period that multicomponent studies begin, both of the structure and functioning, and of the states of the NTC.

The Martkopi physico-geographical station and established on its basis the Research Laboratory for the Study of Environmental Conditions by Aerospace Methods at the Tbilisi State University in 1979, became the center of the study of the mountain geosystems’ conditions using the example of Caucasus. In this period, under the leadership of N.L. Beruchashvili was created the first expert geographic information system based on a computer and thus laid the foundation for the creation of the multicomponent working geographic system of the Martkopi physico-geographical station.

KEYWORDS: expert system, phytomass, experimental site, stack, monitoring

ВВЕДЕНИЕ

Золотой период научных исследований на Марткопском стационаре связывается с именем профессора Нико Беручашвили. Именно под его личным руководством на стационаре был проведён ряд всесоюзных и международных научных форумов (школы-семинары, симпозиумы, конференции, студенческие практики и т.п.). Все научные достижения и научно-учебный рейтинг Марткопского стационара связаны с именем Н. Беручашвили.

В статье рассмотрены несколько ключевых вопросов. При этом основное внимание уделено не только динамике природно-территориальных комплексов территории стационара и его окрестностей, но и эволюции концепции и методики научных исследований.

¹ Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Chavchavadze Ave, 3, 0179, Tbilisi, Georgia; *e-mail*: **robertmaghlakelidze@yahoo.com, tengiz.gordeziani@tsu.ge, njamaspashvili@tsu.ge, manana.sharashenidze@yahoo.com**

С судьбой стационара, как и с любым географическим учреждением, связаны конкретные люди-исследователи, которые работали и работают на Марткопском стационаре.

Надо отметить, имелись попытки оценить эволюцию стационарных исследований. Можно назвать по крайней мере 3 публикации: «Ландшафтные исследования на Марткопском стационаре» (1976 г., на русском и французском языках); «Стационарные исследования — что они дали?» (1987 г., на русском языке); «От географических стационаров к станциям мониторинга и геоэкспертным лабораториям» (в журнале «География и природные ресурсы», 1990 г., на русском языке).

Вопросы эволюции концепции и методики стационарных исследований затрагивались и в других публикациях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В написании статьи был использован тот обширный экспериментальный материал, который был накоплен на Марткопском физико-географическом стационаре, начиная с 1975–2000 гг. Использовались также результаты, полученные в диссертационных работах сотрудников этого стационара, сборники, изданные на основе анализа материалов Марткопского физико-географического стационара, методическая работа Н. Беручашвили. Использовались также картографический материал, созданный на стационаре.

Использовались ландшафтно-геофизические и ландшафтно-этологические методы исследования и картографирования динамики ландшафтов, а также современные геоинформационные методы и новейшие программные обеспечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Традиционно за территорию стационара принято считать условную территорию площадью в 10 га, которая имеет прямоугольную форму и включает в себя участок гряды Логаниссери, её склон, пролювиально-делювиальный шлейф, террасу и долину сухого ручья Гарблисхеви (Харблисхеви). Примерно в середине этого участка проходит автомобильная дорога на с. Марткопи. Ниже этой дороги в 1965 г. был огорожен участок, который был передан во владение Тбилисского государственного университета. Этот участок включает в себя нижнюю часть пролювиально-делювиального шлейфа, террасы и долину р. Гарблисхеви. За прошедшее время существенных изменений в характере рельефа окрестностей стационара не произошло. Наиболее заметные изменения связаны с дном сухого русла Харблисхеви. Приблизительно 1 раз в 10 лет, в связи с сильными ливневыми осадками, образуется периодический поток, несущий большое количество грязи и гальки. Ширина этого потока, в зависимости от интенсивности ливня и характера русла, меняется от 2 до 10 м, при глубине до 0,5–0,8 м. После прохождения этого грязекаменного потока в незначительной степени (1–3 м) меняется направление сухого русла, хотя отмечались случаи, когда поток выходил на первую террасу р. Тевалисхеви ниже водопровода и затоплял её нижнюю часть. Основные изменения связаны с тем, что в днище Харблисхеви образуется типичная галечниковая пойма шириной от 2 до 10 м. Мощность галечниковых отложений невелика и обычно не превышает 10 см. Поэтому река быстро зарастает и уже через 3–5 лет превращается в русло, покрытое густой травянистой растительностью.

Напротив главных ворот стационара в начале 70-х гг. имелся эродированный склон, площадью в 200 м². В настоящее время этот склон частично зарос травой. Это связано с тем, что интенсивность выпаса сократилась, в связи с чем создались предпосылки для зарастания склона.

Ко времени организации стационара через его южную часть там, где расположен заповедник (южная часть стационара), проходила с юго-востока на северо-запад грунтовая дорога шириной 3 м, с чётко выраженными 2 колеями. После того как в 1965 г. территория стационара была огорожена, началось зарастание дроги. Однако до сих пор (т.е. 48 лет спустя) остаются следы этой дороги в виде двух густо заросших колеи.

Метеорологические наблюдения на Марткопском стационаре начали проводиться с 20 мая 1965 г. При этом наблюдения производились над облачностью, ветром, температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, температурой почвы (до глубины 1,6 м), высотой и плотностью снежного покрова, количеством атмосферных осадков и атмосферными явлениями. С 1971 г. к ним добавились регулярные актинометрические наблюдения и градиентные исследования теплового баланса. В 1971–1977 гг. проводились измерения проникновения осадков под полог растительности, испарения с поверхности почвы и транспирации. С 1981 г. началось сокращение программы наблюдений. В первую очередь оно коснулось измерения параметров теплового баланса. Затем прекратились регулярные актинометрические исследования, а с 1992 г. были прекращены и регулярные метеорологические наблюдения. В настоящее время эти наблюдения проводятся лишь во время студенческих практик.

Таким образом, регулярные метеорологические наблюдения производились в течение 26 лет. Анализ динамики метеорологических параметров за 1966–1981 гг. приведён в кандидатской диссертации Т.Г. Зиракашвили (1985). Расчёт метеорологических показателей свидетельствует о том, что существенных изменений в режиме климатических параметров Марткопского стационара за период проведённых наблюдений не произошло. Если и произошли какие-либо изменения, то они либо лежат в пределах ошибок измерений, либо связаны с динамикой характера подстилающей поверхности. В целом разногодовые изменения «скрывают» многолетний тренд метеорологических параметров. К тому же 26-летний промежуток явно не достаточен для выявления этого тренда. Наиболее существенные изменения произошли в характере растительного покрова Марткопского стационара. До организации стационара здесь господствовала сухостепная растительность, которая впоследствии сменилась на степную, лугостепную и лугово-кустарниковую растительность. В настоящее время здесь господствует кустарниковая растительность. Выше основной дороги изменения менее существенны. В период с 1980 по 1992 гг. интенсивно росли кустарники в урочищах лощин с шибляковой растительностью. В них появились отдельные деревья. Высота дубов достигла 8 м. Впоследствии эти деревья были вырублены, однако контуры кустарниковой растительности сохранились. Интересно, что они в окрестностях стационара мало менялись в течение 20 столетия. Об этом свидетельствуют полуверстовые карты, составленные в 1897 г. Из них видно, что распространение шибляка мало изменилось за прошедшее столетие.

На склонах Логаниссери, в то время, когда был огорожен экспериментальный участок, сухие степи начали заменяться на обыкновенные. Аналогичная ситуация наблюдалась на участке «Фригана». Однако в середине 1980-х гг. изгороди были сняты, и как «Склон», так и «Фригана» вернулись в исходное состояние.

Довольно значительные изменения произошли в лощине Харблисхеви. Лесные дериваты с высотой деревьев 5–6 м в пределах огороженной части стационара превратились в лесные комплексы, в которых отдельные деревья достигают 12–14 м высотой. Однако наиболее существенные изменения связаны с участком «Терраса». Здесь олуговелые степи сменились на лугостепи, луга, луга кустарники, кустарники. В настоящее время тут наблюдается низкорослый лес, аналогичный тому, что был на участке «Хеви» в июне 1970-х и 1980-х гг.

В целом характер изменения растительности по отдельным экспериментальным участкам приведён в табл. 1.

Природно-территориальные комплексы экспериментальных участков по классификации 1973 г.: заповедник — пологие склоны с лугостепной растительностью; метеостанция — пологие склоны с лугостепной растительностью; терраса — терраса с луговой растительностью; хеви — лощины с лесными дериватами; шибляк — лощины с шибляковой растительностью; склон — склоны средней крутизны с бородачевыми степями; фригана — пригребневые склоны с фригановой растительностью.

Табл. 1. Изменение растительности на Марткопском стационаре
Table 1. Change of vegetation at the Martkopi station

Экспериментальные участки	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
Заповедник	Степи	Лугостепи				Лугокустарники		Кустарники с лугами	
Метеостанция	Степи	Олугове- лые степи	лугостепи			Лугокустарники		Ку- стар- ники с лугами	Ку- стар- ники
Терраса	Олугове- лые степи	Лугостепи	Луга	Лугокустарники		Ку- стар- ники с луг.	Ку- стар- ники	Низкорослые леса	
Хеви	Лесные дериваты		Низкорослые леса				Смешанно-дубовые леса		
Шибляк	Шибляк			Шибляк с лесными элементами				Шибляк	
Склон	Сухие степи		Степи				Сухие степи		
Фригана	Фригана		Остепененная фригана			Фригана			

Марткопский стационар в научной литературе известен как территория, на которой были проведены детальные ландшафтно-геофизические и ландшафтно-этологические исследования. Наиболее детальные исследования проводились в 1970-х и начале 1980-х гг. В конце 1980-х гг. была разработана компьютерная модель природно-территориальных комплексов Марткопского стационара, которая позволила производить расчёт этих параметров. Поэтому ещё с середины 1980-х гг. ландшафтно-геофизические и ландшафтно-этологические исследования были редуцированы. Постоянные ежесуточные наблюдения были заменены исследованиями в типичных стеках, а с 1990-х гг. ландшафтно-геофизические параметры стали измеряться лишь во время учебных студенческих практик.

Табл. 1. Изменение количества фитомассы на Марткопском стационаре
Table 1. Change in the amount of phytomass at the Martkopistation

Эксперимен- тальные участки	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
Заповедник	2.7–3.8 (12–17)	4–6 (25–30)				10–20 (20–40)		25–50 (50–70)	
Метеостанция	2.7–3.8 (12–17)	3.0–4.0 (15–20)	4–6 (25–30)			10–20 (20–40)		25–50 (50–70)	30–50 (50–80)
Терраса	3.0–4.0 (15–20)	4–6 (25–30)	5–7 (30–35)	10–20 (20–40)		25–50 (50–70)	30–50 (50–80)	50–70 (70–100)	
Хеви	30–50 (50–70)		50–70 (70–100)				100–150 (130–170)		
Шибляк	15–25 (30–50)			25–50 (50–70)				15–25 (30–50)	
Склон	2.5–3.2 (12–15)		2.7–3.8 (12–17)				2.5–.2 (12–15)		
Фригана	1.5–2.5 (12–17)		2.0–3.0 (15–20)			1.5–2.5 (12–17)			

За прошедший период в связи со сменой растительности произошли существенные изменения в количестве фитомассы. Эти изменения представлены в табл. 2. В ней приведены надземная фитомасса в сухом виде в т/га, а в скобках ориентировочные данные по

суммарной фитомассе (надземная + корни). Как видно из этой таблицы, в целом фитомасса в большинстве природно-территориальных комплексов Марткопского стационара увеличилась.

В 1970-х гг. природно-территориальные комплексы Марткопского стационара сравнительно мало отличались по количеству мортмассы. В среднем она составляла 5/8 га. Исключение составляли фриганы, где её было мало, и лощины с лесными дериватами, где мортмассы было много. В начале рассматриваемого периода, особенно в начале 1970-х гг., количество ветоши и подстилки в «заповеднике» резко увеличилось (за счёт отсутствия сенокоса и выпаса). Это привело даже к тому, что мортмасса «мешала» увеличению количества фитомассы, т.к. через толстый слой подстилки и ветоши было довольно трудно «пробиться» молодым побегам травянистых растений. Впоследствии положение стабилизировалось, поскольку именно мощный слой мортмассы способствовал росту кустарниковых растений.

К сожалению, довольно трудно судить о среднегодовом количестве гидромассы в почве, так, для её расчёта необходимо проведение длительных круглогодичных исследований. По косвенным данным (характеру растительности), влажность почвы на огороженных участках стационара должна увеличиться. Анализ изменения других ландшафтно-геофизических параметров, а также изменение характера динамики стексов (суточных состояний природно-территориальных комплексов) — предмет дальнейших исследований.

За окрестности стационара принято считать хребет Ялно и прилегающие природно-степные ландшафты. Эта территория укладывается в условный прямоугольник и её площадь равна 100 км².

На этой территории исследования проводились на:

- Ялонском стационаре — расположен в окрестностях г. Накохари на высоте от 1600 до 1770 м. Постоянные ежесуточные исследования проводились в 1973–1978 гг;
- на полигоне-трансекте, пересекающем все ландшафты южного склона хр. Ялно от Марткопского до Ялонского стационара. Исследования проводились один раз в пентаду или декаду с 1970 по 1978 гг.;
- на постоянных экспериментальных участках:
 - в нижнегорно-лесных ландшафтах с преобладанием дубовых лесов (Акрианский, Квакибийский, Тевалисхевский участки);
 - в среднегорно-лесных ландшафтах с преобладанием дубовых лесов (Самебисхевский, Сахтомельский, Накохарский участки);
 - верхнегорных лесных и субальпийских ландшафтах;
 - в эрозионно-денудационном цирке Тетри-Клде;
- на эпизодических экспериментальных участках, на которых исследования проводились во время экспедиции или полевых практик в течение всего периода наблюдений и исследований на Марткопском стационаре. Всего было описано более 100 экспериментальных участков, которые имеют достоверный материал.

Летом 2003 г. были проведены повторные исследования на всех постоянных экспериментальных участках хребта Ялно. Их сравнение с результатами исследований 1969–1972 гг. позволяют получить интересные данные.

К сожалению, на один из самых интересных вопросов, которые касаются изменения рельефа в окрестностях стационара ответить пока невозможно. В 1971 г. по северному периметру Тетри-Клде были измерены расстояния от деревьев до кромки Тетри-Клде. Эти деревья служили как бы «реперами», при помощи которых можно было бы следить за динамикой отступления этого эрозионно-денудационного цирка. Напомним, что в нём происходят активнейшие геодинамические процессы — обвалы, осыпи, оползни, селевые потоки и др. За счёт этих процессов происходит отступление кромки цирка в сторону гребня хребта Ялно, т.е. на север. Всего было измерено 80 деревьев-реперов. Все деревья были

пронумерованы, от них при помощи топографической рейки (близко, кроме цирка, подходить опасно) были измерены расстояния до кромки. Максимальное расстояние от деревьев до кромки составляло 5 м. В период функционирования Ялонского стационара производились ежегодные замеры расстояния от этих деревьев до Тетри-Клде. Они показали, что скорость отступления кромки колеблется от нескольких см до одного м за год и сильно варьирует, в зависимости от литологического состава пород, характера рельефа, сомкнутости растительного покрова и метеорологических условий года. В Тетри-Клде наиболее активные геоморфологические процессы происходят зимой, когда наблюдаются частые перемены температуры через 0 °C и происходит замораживание поверхностной части грунтов, слагающих этот цирк.

При повторных исследованиях, проведённых в 2003 г., не было найдено ни одного пронумерованного дерева. Казалось бы, это позволяет сделать вывод, что везде величина отступления была выше 5 м за 30 лет. Однако следует учесть два важных обстоятельства: у многих реперных деревьев расстояние до кромки было меньше 5 м; некоторые деревья могли просто отмереть или обрушиться в результате ветровалов.

Интерес представляют различные эрозионные рытвины и поймы, в которых активно развиваются геодинамические процессы. Первые приурочены в основном к безлесным территориям. В верхнегорно-субальпийских ландшафтах структура пространственного распределения рытвин сохранилась, однако визуальные наблюдения показали, что здесь наблюдаются два противоположных процесса — в одних рытвинах происходит задернение, а в других, напротив, увеличение участков, лишённых почвенно-растительного покрова. В предгорно-степных ландшафтах произошли более существенные изменения, в результате которых появились новые рытвины и эродированные склоны. Своим происхождением они обязаны антропогенному фактору.

Поймы рек за 30 лет часто меняли своё направление, однако эти изменения находились в довольно узких пределах, так, поймы на хребте Ялно зажаты в довольно тесных ущельях. При этом следует отметить, что изменение структуры и характера поперечного профиля пойм в разные стексы (суточное состояние природно-территориальных комплексов) имеет большие значения, чем в целом за 30-летний период.

В 2003 г. на всех экспериментальных участках, действующих в 1969–1972 гг., были проведены повторные замеры фитомассы. Результаты этих исследований приведены на карте центральной части хребта Ялно (рис. 1). На этой карте фитомасса экспериментальных участков в 1970 г. показана в виде нижних полукругов, а в 2003 г. — верхними полукругами. Кроме того, на карту нанесена фитомасса ряда новых экспериментальных участков, исследованных в 2003 г. Они, естественно, не имеют нижних полукругов. Как видно из этой карты, все 3 экспериментальных участка, описанных в 1970 г., в нижнегорно-лесных ландшафтах имеют в настоящее время более низкую фитомассу. В среднегорно-лесных ландшафтах фитомасса та же или выше. Исключение составляет участок КМТ (конец мужской тропы), расположенный в долине Самебисхеви.

В действительности динамика фитомассы гораздо сложнее. Это связано с тем, что за 30-летний промежуток времени количество фитомассы, в связи с естественным приростом деревьев, должно было бы увеличиться. Для оценки этого количества нами летом 2003 г. на экспериментальных участках были произведены измерения не только живых деревьев, но и оставшихся пней. При помощи специальных зависимостей, построенных для каждого участка в отдельности, был рассчитан диаметр деревьев на уровне груди (1,3 м) и высота срубленных деревьев. Таким образом, была определена потерянная в результате вырубki фитомасса. Результаты получились весьма впечатляющие. Они приведены на рис. 2. Как видно из карты, на некоторых участках количество потерянной фитомассы превышает в 3 р. количество оставшейся фитомассы.

Естественно, что основные потери связаны с рубкой леса вдоль дорог и легкодоступных участках. В то же время остаётся ещё ряд территорий, которые ещё не подверглись

рубке и имеют характер неприкосновенных (девственных) ландшафтов. К ним, например, относится участок Накохари на северном склоне хр. Ялно и участок Самебисхеви — на южном склоне, западнее эрозионно-денудационного цирка Тетри-Клде.

Рис. 1. Карта изменения количества фитомассы на экспериментальных участках в 1969–2003 гг. Ландшафты: VS — верхнегорные субальпийские; VL — верхнегорно-лесные; SL — среднегорно-лесные; NL — нижнегорно-лесные; PS — предгорно-степные. 5F, 5Q, 9A... — природно-территориальные комплексы

Fig. 1. Map of changes in the amount of phytomass in the experimental plots in 1969–2003.
Landscapes: VS — upper mountain subalpine; VL — upper mountain forest;
SL — mid-mountain forest; NL — low-mountain forest; PS — foothill-steppe.
5F, 5Q, 9A ... — natural-territorial complexes

За прошедший период несколько раз менялась структура и сам характер освоения окрестностей стационара. Эти изменения происходили на фоне общего изменения социально-экономических условий Грузии. Условно рассматриваемый период можно подразделить на следующие этапы:

- 1965–1972 гг. — период, во время которого происходило интенсивное традиционное освоение территории. В это время активно использовались как пастбища (присельские и верхнегорные), так и лесные ресурсы территории. В результате количество фитомассы относительно сокращалось практически во всех ландшафтах хребта Ялно. Это было связано с тем, что имелась разветвленная сеть грунтовых дорог, по которым мог передвигаться гужевой транспорт (запряжённая лошадью или ослом арба). Грунтовые дороги, пригодные для автомобилей, имелись лишь в предгорьях и поднимались от с. Норие к Акрянскому монастырю и от с. Марткопи к г. Накохари на хр. Ялно. В предгорьях в долине Тевалисхеви были расположены колхозные сады, которые в последующем были оставлены на произвол судьбы и постепенно перешли пастбища. Наряду с рубкой леса производились активные лесопосадки. В результате была создана сосновая роща в окрестностях Акриани и многочисленные посадки дикорастущих плодовых культур в Автандариани, Тевалисхеви, Алисхеви и Сацхениси. В долине р. Сацхениси на высоте 1200–1300 м отдельные жители ещё проживали в деревне Насомхари;

- 1973–1984 гг. В 1973 г. был создан Тбилисский национальный парк, в который вошёл и хр. Ялно. В этот период с целью создания инфраструктуры парка началось строительство автомобильных дорог. К сожалению, оно велось бесконтрольно, и вдоль новых дорог были вырублены полосы леса шириной до 50 м. Таким образом, вместо охраны природы в национальном парке вдоль дорог, началось её уничтожение. Одновременно велось обустройство источников питьевой воды. Эти источники были необходимы для привлечения туристов. Однако ожидаемого резкого увеличения рекреантов не последовало. В этот период постепенно деградирует сеть асфальтовых дорог. Это связано с тем, что в деревнях Марткопи и Норие начали для отопления использовать керосиновые печи, в связи с чем резко упал спрос на дрова. В это же время были полностью оставлены сады в долинах Тевалисхеви и Алисхеви;

- 1985–1991 гг. Период активного дачного строительства в окрестностях Тбилиси. Севернее Марткопи в долине р. Алисхеви организуется дачный посёлок, а сами северные части с. Марткопи начинают использоваться как дачи. С этим периодом совпала газификация Марткопи, в связи с чем спрос на древесину ещё более упал. В результате леса окрестностей Марткопи как бы «отдохнули» от человеческой деятельности. Наблюдается повсеместный интенсивный прирост фитомассы. «Рубцы», оставленные от проведения дорог в начале организации Тбилисского национального парка, не принесли желаемых результатов, и Тбилисский национальный парк существует лишь на бумаге.

- 1992–1995 гг. Период активной приватизации земли. Сельчанам раздают колхозные земли, в т.ч. территорию в долине Тевалисхеви рядом с окрестностями стационара. На этих территориях начинается создание садов и огородов. Многие горожане, в связи с экономической разрухой и тяжелыми условиями в городе, возвращаются в деревни, где начинают заниматься активной сельскохозяйственной деятельностью. В начале периода ещё сохраняется подача газа и спрос на дрова ещё не велик.

- 1996–2005 гг. Современный период. Хотя экономика относительно стабилизируется, имеет место средняя и слабая деградация, оставшиеся участки с относительно слабо тронутыми лесами и безлесые участки. Однако картина быстро меняется, т.к. идёт интенсивное наступление на лес.

В последнее время началось сокращение площадей огородов и садов, поскольку стала ясна бесперспективность обработки ряда территорий. Кроме того, крестьяне, не имея сельскохозяйственной техники, не в силах обрабатывать принадлежащие им участки.

Интересно провести ретроспективный анализ изменения основных концептуальных идей, которые в разное время существенно отличались друг от друга. Марткопский стационар в значительной степени возник как ответ на решение Всесоюзного съезда географов, приходившего в Киеве в 1960 г. Прообразом стационара была Тянь-Шанская физико-географическая станция, основанная в 50-х гг. на южных берегах Иссык-Куля в Киргизии Институтом АН СССР. В это же время начала организовываться сеть стационаров Института географии Сибири и Дальнего Востока и курская полевая база Института географии АН СССР. Надо отметить, что с 1965 по 1969 гг. проводились, в основном, метеорологические наблюдения на самом стационаре и комплексные физико-географические исследования в его окрестностях, т.е. в это время основной концептуальной базой исследований явилось создание и работа метеорологической станции и комплексные физико-географические исследования.

В 1968 г. практически одновременно вышли две книги: Е. Одума «Экология» и М. Танга «Биосфера и место в ней человека». Это были переведённые книги, и они оказали большое влияние на развитие не только биогеоценотических, но и ландшафтных исследований. К тому же в 1969 г. сотрудники Марткопского стационара побывали на ряде биогеоценотических стационаров. Поэтому в 1969–1972 гг. основное внимание уделялось изучению структуры и функционированию природно-территориальных комплексов (ПТК) и именно с этими исследованиями была связана основная концепция научных работ Марткопского стационара.

Рис. 2. Карта недобора фитомассы в экспериментальных участках хребта Ялно и прилегающих территорий. Ландшафты: VS — верхнегорные субальпийские; VL — верхнегорно-лесные; SL — среднегорно-лесные; NL — низнегорно-лесные; PS — предгорно-степные

Fig. 2. Map of the shortage of phytomass in the experimental sections of the Yalno Ridge and adjacent territories. Landscapes: VS — upper mountain subalpine; VL — upper mountain forest; SL — mid-mountain forest; NL — low-mountain forest; PS — foothill-steppe

В 1972–1976 гг. были собраны материалы по суточным состояниям природно-территориальных комплексов (стексов) Марткопского стационара и его окрестностей. Именно в это время было введено базовое понятие стационарных исследований — «стекс», созданы и разработаны основы геофизики и этологии ландшафта.

В 1977–1979 гг. проводились «контрольные исследования», связанные с верификацией построенных концептуальных моделей состояний ПТК. Это позволило разработать геоинформационную систему (ГИС) Марткопского стационара. Первая статья по ГИС в СССР была опубликована в Вестнике МГУ именно сотрудниками Марткопского стационара (1979 г.). К этому времени в основном было завершено построение концепции пространственно-временного анализа и синтеза ПТК.

В 1979 г., в основном на базе Марткопского стационара, была организована Научно-исследовательская лаборатория по изучению состояний геосистем аэрокосмическими методами в Тбилисском государственном университете.

С 1980 г. состав наблюдений был существенно сокращён; остались лишь самые необходимые, позволяющие выделить состояния природно-территориальных комплексов и изучать их поведение. Это позволило перейти, с одной стороны, к обработке и детальному анализу полученных результатов, а с другой — к развёртке данных стационарных исследований в пространстве. Эта развёртка производилась путём полустационарных исследований (Ковалукский, Бакурианский, Казбекский, Лагодехский и Вашлованский полустационары), экспедиционных и аэровизуальных наблюдений.

В 1981 г. была защищена докторская, а в 1983–1990 гг. — 11 кандидатских диссертаций, в основу которых были положены исследования, проведённые на Марткопском стационаре.

В 1988 г. была завершена разработка интегрированного пакета прикладных программ для обработки данных Марткопского стационара. Она была создана на базе персонального компьютера и позволяла рассчитывать практически все когда-либо измеренные параметры на Марткопском стационаре.

В 1990 г. в журнале «География и природные ресурсы» была опубликована программная статья «От географических стационаров к станциям мониторинга и геоэкспертным обсерваториям». В ней рассматривались основные задачи стационарных исследований на перспективу. «Нулевой» (т.е. базовой) задачей стационарных исследований считалась систематизация громадного эмпирического материала, накопленного на географических стационарах, и выявление разнообразных состояний ПТК (от кратковременных с длительностью менее суток через стексы и другие средневременные состояния, к длительновременным, продолжительностью более 1 года).

Задачей № 1 представлялось изучение латеральных потоков вещества и энергии, связывающих не отдельные компоненты элементарных ПТК, а разные комплексы. Только в результате этих исследований можно изучить функционирование всего ландшафта как единого целого. При этом от точечных исследований на стационарах предлагалось перейти к полигонным исследованиям.

Задачей № 2 стационарных исследований считался активный эксперимент. При этом особое значение имеет прогноз масштабных и длительных антропогенных воздействий на ландшафты.

Геоинформационная система Марткопского стационара представляет собой упорядоченную систему, содержащую следующую геоинформацию:

- ландшафтно-геофизические характеристики, которые содержат все метеопараметры (влажность и температура воздуха, солнечная радиация, скорость и направление ветра, облачность, количество осадков и т.п.), влажность почвы, продуктивность фитомассы, количество аэромасс, фитомасс, педомасс, литомасс, мортмасс, которые были посчитаны во время стационарных исследований структуры и функционирования элементарных ПТК (фаций) на стационаре и его окрестностях;

- ландшафтно-этологические характеристики, которые содержат пространственно-временные параметры суточных состояний природно-территориальных комплексов (стексов), этологических циклов, карт стексов, которые составлены на основе крупномасштабных карт ПТК (фаций). Посредством этих карт изучается динамика стексов, которая содержит и компоненты прогноза поведения ПТК (прогнозирование состояний ПТК);
- ландшафтно-экологические характеристики, которые содержат степень антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы (техногенное воздействие, выпас скота и т.п.), интенсивность экзогенных процессов, которые являются одним из компонентов видоизменения (трансформации) ПТК. Данная ГИС является открытой рабочей системой, с помощью которой можно управлять природными процессами в исследуемом районе и прогнозировать их дальнейшее развитие.

ВЫВОДЫ

Кроме этих основных задач, считалось перспективным изучение новых параметров, таких как, например, спектральная отражательная способность, радиояркостная температура, ландшафтно-геохимических характеристик и др. Важным считалось включение стационаров в глобальную сеть мониторинга.

С методологической стороны предполагалось, что на стационарах должно осуществляться сосуществование и взаимодействие как постоянных наблюдений и программ, так и программ, меняющихся в зависимости от появления новых задач.

Наиболее перспективными в 1990 г. виделись задачи перехода от стационарных исследований к геоэкспертным лабораториям. Это было связано с тем, что необходимо было разработать экспертные системы и внедрить их в географию. В то время, в связи с разработкой экспертных систем перед географией, встала проблема необходимости создания не только банков данных, баз знаний, геоинформационных систем, но и разработка географических интерпретаторов: под ними понимались пакеты программ, имитирующих действия географа-эксперта, позволяющих решать вновь возникающие задачи в нетривиальных условиях, быстрых изменений состояний природной среды. В связи с этим были поставлены ряд конкретных задач:

- верификация и дальнейшее совершенствование имеющихся географических банков данных, баз знаний и геоинформационных систем;
- тщательное изучение и моделирование работы географов-экспертов, способных на основе небольшого количества данных (иногда чисто качественного характера и даже противоречащих друг другу) давать квалифицированную экспертную оценку создавшейся географической ситуации и предвидеть (научно прогнозировать) её развитие как во времени, так и в пространстве;
- верификации экспертных оценок географов-экспертов и данных полученных в результате работы экспертных систем;
- воспитание новой генерации географов-экспертов, которые, умея создавать, эксплуатировать и совершенствовать экспертные системы, могли бы соперничать с компьютерными программами в плане выдачи всё более квалифицированных оценок, для чего необходима постоянная работа географов над улучшением своих собственных экспертных способностей.

Как нам представляется, на данном этапе развития географии эти задачи следует решать не в тиши кабинетов, а в геоэкспертных обсерваториях, где в постоянном контакте с природой должны непрерывно генерироваться и улучшаться экспертные оценки как специалистов географов, так и самих геоэкспертных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беручашвили Н.Л. Геофизика ландшафта. М.: Высшая школа, 1990. 287 с.

2. *Беручашвили Н.Л.* Ландшафтная практика на Марткопском стационаре. Тбилиси: ТГУ, 1993. 112 с. (на грузинском языке).
3. *Беручашвили Н.Л.* От географических стационаров к станциям мониторинга и геоэкспертным лабораториям. География и природные ресурсы, 1990. № 3. С. 5–12.
4. *Беручашвили Н.Л.* Этология ландшафта и картографирование состояний окружающей среды. Тбилиси: ТГУ, 1989. 198 с.
5. Вопросы изучения состояний окружающей среды. Тбилиси: ТГУ, 1982. 118 с.
6. *Джамаспашвили Н.Ш.* Геоинформационная система Марткопского стационара. Тбилиси: ТГУ; а) дипломная работа, 1990, 68 с.; б) электронная версия, 1992.
7. Исследование геосистем на Марткопском стационаре. С участием Ж.-Л. Матье. 1976. 50 с. (на французском языке).
8. Ландшафтные исследования на Марткопском стационаре. С участием Ж.-Л. Матье. Тбилиси: ТГУ, 1976. 50 с.
9. Ландшафтный сборник. Тбилиси: ТГУ, 1972. 170 с. (на грузинском языке).
10. Наблюдения и исследования на Марткопском стационаре. Ландшафтно-геофизические исследования в 1973 г. Тбилиси: ТГУ, 1974. 32 с. (Всего было издано 5 сборников в 1973–1975 гг.)
11. Стационарные исследования: что они дали? Тбилиси: ТГУ, 1987. 306 с.

REFERENCES

1. *Beruchashvili N.L.* Ethology of the landscape and mapping of environmental conditions. Tbilisi: TSU, 1989. 198 p. (in Russian).
 2. *Beruchashvili N.L.* From geographic station to monitoring stations and geo-expert laboratories. Geography and Natural Resources, 1990. No 3. P. 5–12 (in Russian).
 3. *Beruchashvili N.L.* Geophysics of the landscape. Moscow: Higher school, 1990. 287 p. (in Russian).
 4. *Beruchashvili N.L.* Landscape practice at the Martkopi Station. Tbilisi: TSU, 1993 (in Georgian).
 5. Issues of studying environmental conditions. Tbilisi: TSU, 1982. 118 p. (in Russian).
 6. *Jamaspashvili N.Sh.* Geoinformation system of the Martkopi station. Tbilisi: TSU; a) graduate work, 1990, 68 p.; b) electronic version, 1992 (in Russian).
 7. Landscape collection. Tbilisi: TSU, 1972. 112 p. (in Georgian).
 8. Landscape research at the Martkopi Station. Assisted by J.-L. Mathieu. Tbilisi: TSU, 1976. 50 p. (in Russian).
 9. Les recherches sur les Geosystemes dans la station de Martkopi. Assisted by J.-L. Mathieu. 1976. 50 p. (in French).
 10. Observations and studies at the Martkopi Station. Landscape-geophysical studies in 1973. Tbilisi: TSU, 1974. 32 p. (in total 5 collections were published in 1973–75) (in Russian).
 11. Stationary research: what did they give? Tbilisi: TSU. 1987, 306 p. (in Russian).
-