

# Магистерская программа «Изучение Сибири и Арктики» «Siberian and Arctic Studies»



Национальный  
исследовательский

**Томский  
государственный  
университет**

**Разработчик: Центр научного превосходства «BioClimLand»**

**Реализует: Центр научного превосходства «BioClimLand»**

# НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

□ **Позиционирование университета как ведущего центра по изучению экосистем (биота, климат, ландшафт) Сибири и Арктики.**

□ **Подготовка высококвалифицированных специалистов естественно-научного профиля, обладающих широким спектром знаний о природных условиях Сибири и Арктики, владеющих современными методами исследования окружающей среды и методологией проведения научных**



Национальный  
исследовательский

Томский  
государственный  
университет

**выпускники:**

- **естественно-научных и физико-математических специальностей российских вузов, владеющие английским языком не ниже уровня B2,**
- **вузов иных государств, владеющие русским и английским языком не ниже уровня B2, мотивированные на получение профессиональных знаний в области изучения Сибири и Арктики по направлению подготовки «Экология и природопользование»**



# ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ К КОТОРОЙ ГОТОВЯТСЯ ВЫПУСКНИКИ

## 1. Научно-исследовательская

(Научно-исследовательские институты и лаборатории, академические и ведомственные научно-исследовательские организации, исследовательские станции, обсерватории, заповедники)

## 2. Проектно-производственная

(Проектные и изыскательские институты и отделы, предприятия-природопользователи, химико-аналитические лаборатории)

## 3. Организационно-управленческая и контрольно-экспертная

(Федеральные и региональные органы охраны природы и управления природопользованием)

## 4. Педагогическая

(Образовательные организации среднего общего, среднего профессионального и высшего образования, а так же просвещения населения)

**Предложение: вынести на кампусные курсы, дав возможность магистрантам получения дополнительного педагогического**



Национальный  
исследовательский

Томский  
государственный  
университет

# Итоги предварительно маркетингового исследования

магистерской программы является актуальным и перспективным,

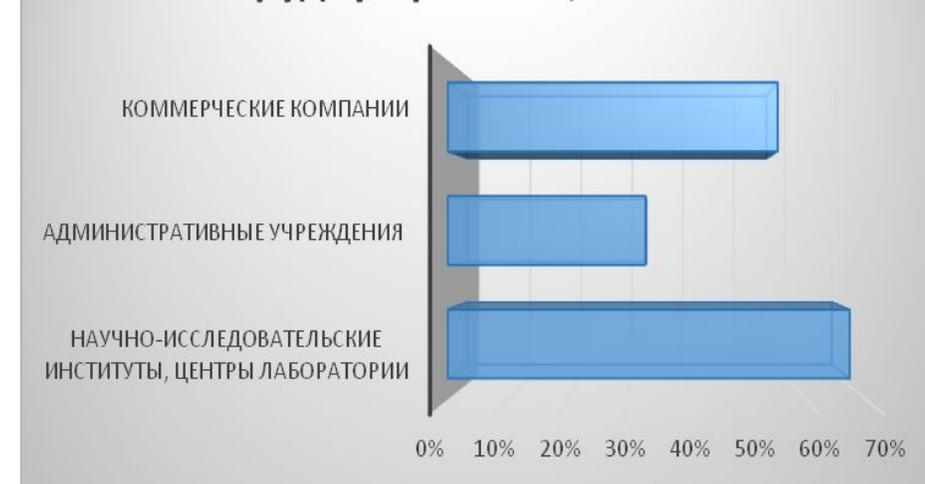
- выпускники междисциплинарной магистерской программы «Изучение Сибири и Арктики» будут востребованы на рынке труда,

- конкуренция в сегменте направления «экология и природопользование», связанном с изучением Арктики достаточно низкая, тогда как спрос на специалистов с глубокими междисциплинарными знаниями растет.

Трудоустройство, мировые университеты



Трудоустройство, Россия



Национальный  
исследовательский  
**Томский  
государственный  
университет**

# МОДУЛЬНАЯ СХЕМА ПРОГРАММЫ



Бакалавриат	Основы науки об окружающей среде/ Basics of Environmental Science
Модуль 1	Природные условия Сибири и Арктики
1.1	Меняющаяся Арктика
1.2.	Организация научных исследований и менеджмент исследовательских станций (Arctis studies)
1.3	Вечная мерзлота и климат (Permafrost and climate).
1.4	Климат Сибири и Арктики. Изменения климата
1.5	Геоморфология Сибири и Арктики
1.6	Гидрология и гидрохимия Сибири и Арктики
1.7	Закономерности формирования почвенного покрова Сибири и Арктики
1.8	Ботаническая география и болотоведение Сибири и Арктики
1.9	Биологическое разнообразие. Биоразнообразие Сибири и Арктики Biological Diversity (Theories, Measures/Indices and Data collection techniques)
1.10	Филогеография - об эволюционной истории видов (Phylogeography - on the evolutionary history of species)
1.11	Физические и химические свойства природных сред Сибири и Арктики
1.12	Этнокультурное пространство Сибирского региона
Модуль 2	Методы исследования окружающей среды
2.1	<b>Методология научного поиска. Теория эксперимента</b>
2.2	Современные методы химического анализа природных сред
2.3	Биогеохимические циклы химических элементов. Биогеохимия вод и водно-болотных угодий (Biogeochemistry of Wetlands)
2.4	Радиофизические и оптические методы исследования окружающей среды
2.5	Экология, основы и модели с оттенками эволюционных процессов (Ecology - Fundamentals and Patterns with hints of Evolutionary processes)
2.6	Современные методы обработки геопространственных данных. Дистанционные методы мониторинга окружающей среды

# ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОГО

## ПЛАНА

В большей мере уникальные курсы и курсы университета UArctic

В большей мере используются курсы, разработанные для других магистерских программ

4 - 6

1

Модуль 3	<b>Курсы по выбору.</b> Методы исследования окружающей среды. Углубленная специализация
3.1.	<b>Химико-аналитические методы изучения и моделирования окружающей среды</b>
3.1.1	Спектральные методы диагностики природных сред
3.1.2	Ионообменные методы в неорганической химии
3.1.3	Люминесцентные и фотохимические методы анализа в химии, биологии и охране окружающей среды
3.1.4	Проблемы анализа многокомпонентных систем
3.1.5	Метрологическое обеспечение химических исследований
3.2	<b>Радиофизические и оптические методы изучения природной среды</b>
3.2.1	Приборы, используемые для исследования окружающей среды
3.2.2	Измерения электрофизических параметров природных материалов
3.2.3	Метрологическое обеспечение измерений электромагнитных параметров
3.3	<b>Инженерная экология</b>
3.3.1	Государственное регулирование охраны окружающей среды
3.3.3	Промышленная экология. Урбоэкология.
3.3.4	Оценка состояния окружающей среды. Экологический мониторинг
3.3.5	Территориальная организация природопользования. Особо охраняемые природные территории

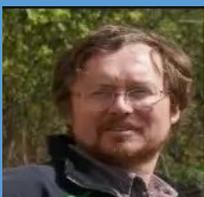
# В ходе обучения возможна работа под руководством и (или) консультации

## ИХ УЧЕНЫХ



**Т. Каллаган**  
(Великобритан  
ия)

Лауреат Нобелевской премии мира, заслуженный профессор-исследователь Шведской королевской академии наук, профессор Арктической экологии университета Шеффилда (Соединенное королевство и Лунд, Швеция), почетный доктор ТГУ, сопредседатель академического совета ТГУ.



**О.С. Покровский**  
(Франция)

Главный научный сотрудник лаборатории георесурсов и окружающей среды Национального центра научных исследований (Тулуза, Франция). Ведущий эксперт в области биогеохимии.



**В.Е. Романовский**  
(США)

Профессор Лаборатории вечной мерзлоты Института геофизики Университета Аляски, Фэйрбэнкс, США. Вице-президент Международной ассоциации вечной мерзлоты.



**П. Гловацкий**  
(Польша)

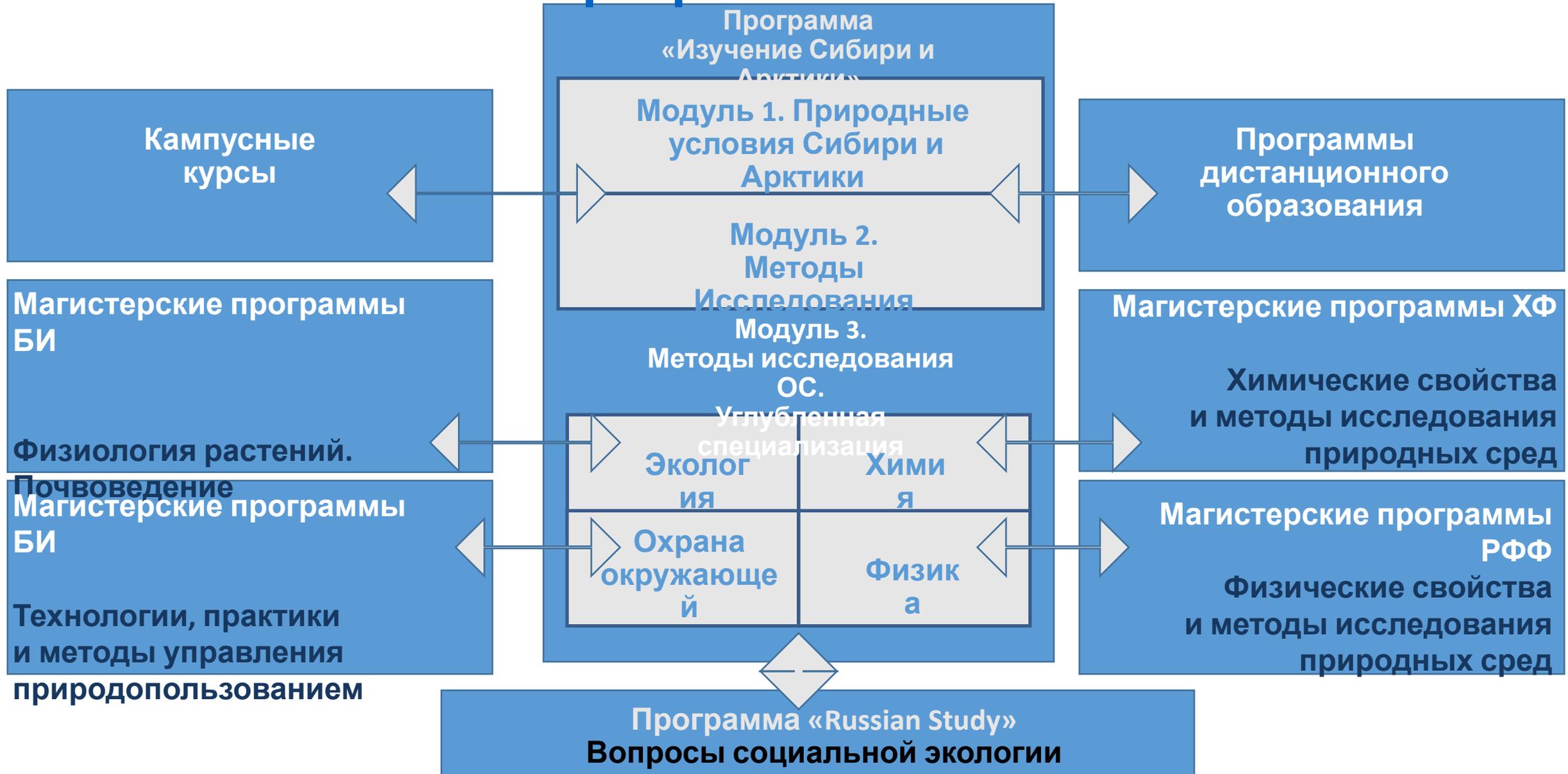
Начальник Отдела полярных и морских исследований Института геофизики Польской Академии наук, Варшава, член Комитета полярных исследований Польской Академии наук.



**Р. Кацолла Гатти**  
(Италия)

Молодой итальянский ученый, в настоящее время занимающий позицию постдока в ТГУ.

# Связь программы с другими образовательными программами ТГУ



# Курсовые и магистерские работы выполняются на базе лабораторий центра «BioClimLand»

Лаборатория биогеохимических и дистанционных методов мониторинга окружающей среды

Лаборатория химико-аналитических методов изучения и моделирования окружающей среды

**Выполнение НИР**

Лаборатория радиофизических и оптических методов

Лаборатория биоразнообразия и экологии

Научно-исследовательская и производственная практика

Научно-исследовательские станции ТГУ:

Актру,  
Кайбасово,  
Ханымей,  
Северо-Комсомольское

Предприятия и организации партнеров программы:

Администрации субъектов федерации,  
Газпром Космические системы,  
ОАО «Томгипротранс»,  
ТомскНИПИНефть и др.

# ПРИМЕР УЧАСТИЯ МАГИСТРАНТ ОВ В НАУЧНОЙ

# Иван Крицков, Виктор Синькинов, Артем Лим, Григорий Истигечев (в 2013-2015 годах, будучи студентами, активно участвовали в экспедициях центра «Bio-Clim-Land»)

Biogeosciences, 12, 3009–3028, 2015  
www.biogeosciences.net/12/3009/2015/  
doi:10.5194/bg-12-3009-2015  
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.

Biogeosciences  
Open Access  
EGU

Biogeosciences, 12, 6301–6320, 2015  
www.biogeosciences.net/12/6301/2015/  
doi:10.5194/bg-12-6301-2015  
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.

Biogeosciences  
Open Access  
EGU



## IF= 3,978

### Seasonal dynamics of organic carbon and metals in the thermokarst lakes from the discontinuous permafrost zone of western Siberia

R. M. Manasypov<sup>1</sup>, S. N. Vorobyev<sup>1</sup>, S. V. Loiko<sup>1</sup>, I. V. Kritskov<sup>1</sup>, L. S. Shirokova<sup>1</sup>, V. P. Shevchenko<sup>4</sup>, S. N. Kirpotin<sup>1</sup>, S. P. Kulizhsky<sup>1</sup>, L. G. Kolesnikhenko<sup>1</sup>, V. A. Zemtsov<sup>1</sup>, V. Sinikininov<sup>1</sup>, and O. S. Pokrovsky<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University, 634050, Tomsk, 36 Lenin av., Tomsk, Russia  
<sup>2</sup>Geosciences and Environnement Toulouse, UMR 5563 CNRS, Université de Toulouse, 14 avenue Edouard Belin, 31400, Toulouse, France  
<sup>3</sup>Institute of Ecological Problems of the North UroRAS, 163061, Arkhangelsk, Nab. Severnoj Dviny, 23, Arkhangelsk, Russia  
<sup>4</sup>P. P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, 36 Nakhimovskiy Prospekt, 117997 Moscow, Moscow, Russia

Correspondence to: O. S. Pokrovsky (oleg@get.obs-mip.fr)

Received: 3 December 2014 – Published in Biogeosciences Discuss.: 30 January 2015  
Revised: 20 April 2015 – Accepted: 30 April 2015 – Published: 21 May 2015

**Abstract.** Despite relatively good knowledge of the biogeochemistry of Siberian thermokarst lakes during summer base flow, their seasonal dynamics remains almost unexplored. This work describes the chemical composition of ~130 thermokarst lakes ranging in size from a few m<sup>2</sup> to several km<sup>2</sup>, located in the discontinuous permafrost zone. Lakes were sampled during spring flood, just after the ice break (early June), the end of summer (August), the beginning of ice formation (October) and during the full freezing season in winter (February). The lakes larger than 1000 m<sup>2</sup> did not exhibit any statistically significant control of the lake size on dissolved organic carbon (DOC), the major and trace element concentrations over three major open water seasons. On the annual scale, the majority of dissolved elements including organic carbon increased their concentration from 30 to 500 %, with a statistically significant ( $p < 0.05$ ) trend from spring to winter. The concentrations of most trace elements (TEs) increased in the order spring > summer > autumn > winter. The ice formation in October included several stages: first, surface layer freezing followed by crack (fissure) formation with unfrozen water from the deeper layers spreading over the ice surface. This water was subsequently frozen and formed layered ice rich in organic matter. As a result, the DOC and metal (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Ba and Pb) concentrations were highest near the surface of the ice column (0 to 20 cm) and decreased by a factor of 2 towards the bottom. The main implications of discovered freeze-driven so-

lute concentrations in the thermokarst lake waters are enhanced colloidal coagulation and removal of dissolved organic matter and associated insoluble metals from the water column to the sediments. The measured distribution coefficients of a TE between amorphous organo-feric coagulants and lake water (< 0.45 μm) were similar to those reported earlier for Fe-rich colloids and low molecular weight (< 1 kDa, or < 1–2 nm) fractions of thermokarst lake waters, suggesting massive coprecipitation of TE with amorphous Fe oxyhydroxide stabilized by organic matter. Although the concentration of most elements was lowest in spring, this period of maximal water coverage of land created a significant reservoir of DOC and soluble metals in the water column that can be easily mobilized to the hydrological network. The highest DOC concentration observed in the smallest (< 100 m<sup>2</sup>) water bodies in spring suggests their strongly heterotrophic status and, therefore, a potentially elevated CO<sub>2</sub> flux from the lake surface to the atmosphere.

### 1 Introduction

Western and central Siberia's thermokarst (thaw) lakes extend over a territory spanning over 1 million km<sup>2</sup> (half of the western Siberia lowland, 0.5 million km<sup>2</sup>, and all of the northern Siberia lowland, 0.84 million km<sup>2</sup>). They are highly dynamic hydrochemical systems that receive chemical ele-

### Permafrost coverage, watershed area and season control of dissolved carbon and major elements in western Siberian rivers

O. S. Pokrovsky<sup>1</sup>, R. M. Manasypov<sup>2,3</sup>, S. Loiko<sup>2</sup>, L. S. Shirokova<sup>2</sup>, A. Kriclov<sup>2</sup>, B. G. Pokrovsky<sup>4</sup>, L. G. Kolesnikhenko<sup>2</sup>, S. G. Kopysov<sup>2</sup>, V. A. Zemtsov<sup>2</sup>, S. P. Kulizhsky<sup>2</sup>, S. N. Vorobyev<sup>2</sup>, and S. N. Kirpotin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GET UMR 5563 CNRS, University of Toulouse, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France  
<sup>2</sup>BIO-GEO-CLIM Laboratory, Tomsk State University, Lenina av., 36, Tomsk, Russia  
<sup>3</sup>Institute of Ecological Problem of the North, 23 Nab Severnoi Dviny, RAS, Arkhangelsk, Russia  
<sup>4</sup>Geological Institute, Russian Academy of Science, Pyzhevskiy per., 7c1, Moscow, Russia

Correspondence to: O. S. Pokrovsky (oleg@get.obs-mip.fr)

Received: 1 June 2015 – Published in Biogeosciences Discuss.: 9 July 2015  
Revised: 17 October 2015 – Accepted: 20 October 2015 – Published: 5 November 2015

**Abstract.** Analysis of organic and inorganic carbon (DOC and DIC, respectively), pH, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub> and Si in ~100 large and small rivers (< 10 to ≤ 150 000 km<sup>2</sup>) of western Siberia sampled in winter, spring, and summer over a more than 1500 km latitudinal gradient allowed establishing main environmental factors controlling the transport of river dissolved components in this environmentally important region, comprising continuous, discontinuous, sporadic and permafrost-free zones. There was a significant latitudinal trend consisting in a general decrease in DOC, DIC, SO<sub>4</sub>, and major cation (Ca, Mg, Na, K) concentration northward, reflecting the interplay between groundwater feeding (detectable mostly in the permafrost-free zone, south of 60° N) and surface flux (in the permafrost-bearing zone). The northward decrease in concentration of inorganic components was strongly pronounced both in winter and spring, whereas for DOC, the trend of concentration decrease with latitude was absent in winter, and less pronounced in spring flood than in summer baseflow. The most significant decrease in K concentration from the southern (< 59° N) to the northern (61–67° N) watersheds occurs in spring, during intense plant litter leaching. The latitudinal trends persisted for all river watershed size, from < 100 to > 10 000 km<sup>2</sup>. Environmental factors are ranked by their increasing effect on DOC, DIC, δ<sup>13</sup>C<sub>DIC</sub>, and major elements in western Siberian rivers as follows: watershed area < season < latitude. Because the degree of the groundwater feeding is different between large and small rivers, we hypothesize that, in addition to groundwater feeding of the river, there was a significant role of

surface and shallow subsurface flow linked to plant litter degradation and peat leaching. We suggest that plant-litter- and topsoil-derived DOC adsorbs on clay mineral horizons in the southern, permafrost-free and discontinuous/sporadic permafrost zone but lacks the interaction with minerals in the continuous permafrost zone. It can be anticipated that, under climate warming in western Siberia, the maximal change will occur in small (< 1000 km<sup>2</sup> watershed) rivers DOC, DIC and ionic composition and this change will be mostly pronounced in summer.

### 1 Introduction

The Western Siberian Lowland (WSL) can be considered as one of the most vulnerable permafrost-bearing territories with respect to ongoing climate change, due to (i) the dominance of discontinuous, sporadic and intermittent permafrost coverage rather than continuous and discontinuous permafrost of central and eastern Siberia and the Canadian High Arctic, (ii) its flat area and high impact of flooding and thermokarst development, and, most importantly, (iii) its high stock of ancient and recent organic carbon in the form of partially frozen peat deposits. Due to the importance of the boreal and subarctic continental zones in the Earth's carbon cycle and the high vulnerability of circumpolar zones to climate warming, the majority of conducted works have been devoted to the biogeochemistry of organic carbon and sediments in large rivers of the Russian boreal circumpolar

International Journal of Environmental Studies, 2015  
http://dx.doi.org/10.1080/00207233.2015.1039346



### Lithological sequence of soil formation on the low terraces of the Ob and the Tom rivers in the south of Tomsk Oblast<sup>†</sup>

S. P. KULIZHISKY, S. V. LOIKO\*, A. O. KONSTANTINOV, I. V. KRITSKOV, G. I. ISTIGECHEV, A. G. LIM AND D. M. KUZMINA

Biological Institute, Tomsk State University, Lenina av., 36, bldg. 1-138, Tomsk 634050, Russian Federation

We have investigated the low terraces of the Ob and Tom rivers in the south of Tomsk Oblast, primarily the Ob–Tom interfluvial area. This area is situated near Seversk and Tomsk suburbs, where 70% of the Tomsk Oblast population is concentrated. Rapid development of suburban areas and recreation activity, as well as pollutants, threaten the sustainable functioning of the terraces natural complex, where underground freshwater resources used by the citizens are replenished. This paper presents descriptions of ecological factors affecting low terrace soils in this interfluvial area. We have studied the lithographic sequence of soil formation in the contact zone between the Asolian dune and basin fields with sandy and sandy-loam soil-forming rocks and the flabeds of the terraces with loam mantles undisturbed by Asolian processes as soil-forming rocks. Protection of these soils should be established by legal instruments.

Keywords: Soil; Arenosols; Luvisols; Terraces; Ob

### 1. Introduction

The West Siberian Plain presents three radically different geochemical landscape types: interfluvial bogs, drained interfluvial areas and floodplains [1,2]. Interfluvial areas and floodplains are the most frequent in the south of the forest zone of Tomsk Oblast. They are connected with each other by means of the first and second low terraces above the floodplain. These terraces are of irregular distribution and complex lithographic composition, transformed in the Late Pleistocene and the Early Holocene period [3,4]. The soil-forming rocks arranging the soils into a roof are primarily textured. Azonal soil mantle and vegetation are formed on their surface. They are less resistant to man's impact than zonal interfluvial ecosystems.

Investigations cover the low terraces of the Ob and Tom rivers in the south of Tomsk Oblast, mainly the interfluvial area between the Ob and the Tom. This area includes the Tomsk-Seversk suburbs where 70% of the population of Tomsk Oblast is concentrated

\*Corresponding author. Email: s.loiko@tdnet.ru  
<sup>†</sup>This manuscript should be read as part of IJES 72(3), a monograph issue entitled "The great Ob River basin". The issue is available at: <http://www.tandfonline.com/doi/issue/2072/3>.

Please see Erratum (<http://dx.doi.org/10.1080/00207233.2015.1110947>).

© 2015 Taylor & Francis



# ДИНАМИКА ПРОГРАММЫ

Бакалавриат. Кампусный курс «Основы науки об окружающей среде»



Исследовательские станции ТГУ

Лаборатории центра

Вступительные экзамены

### Модуль 1. Природные условия Сибири и Арктики

Включает экскурсии на водно-болотные угодья Сибири

Экзамен «Экология», мотивационное эссе, портфолио, собеседование

Английский язык. Самостоятельное изучение. Тестирование

### Модуль 2. Методы исследования окружающей среды

Включает экскурсии в лаборатории центра «BioClimLand»

Предприятия, организации

### Модуль «Научно-исследовательская и производственная практика»

Педагогическая практика. Дополнительно

### Модуль 3. Углубленная специализация

Исследовательский блок

Мастер-классы ведущих ученых и специалистов

Инженерный блок

Выпускная квалификационная работа

Постановка задачи. Выбор направления исследования

Обзор литературных и фондовых данных. Защита курсовой

Выбор методов исследования, постановка экспериментов. Защита темы магистерской диссертации

Камеральная обработка полученных результатов. Техническое оформление

Оформление научной исследовательской работы или проекта

Модуль «Междисциплинарные исследовательские семинары» центра «BioClimLand»

1 год магистратуры

2 год магистратуры (индивидуальная траектория)

# Образовательные результаты

## Выпускник программы готов:

- **определять** задачи и методы научного исследования;
- **получать** новую информацию на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных;
- **применять** новые достоверные факты в практической деятельности;
- **владеть навыками** составления аналитических обзоров накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности;
- **обобщать** полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний;
- **формулировать** выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований;
- **демонстрировать** навыки свободного пользования русским и английским языками как средством делового общения.

В целом, выпускник **владеет навыками** организации и управления научно-исследовательскими и научно-производственными работами.

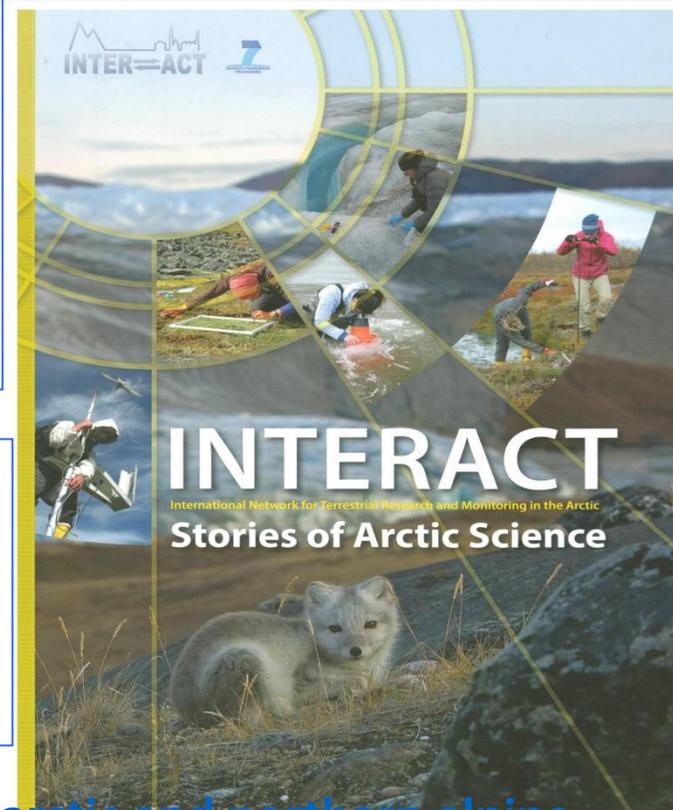


Национальный  
исследовательский

Томский  
государственный  
университет

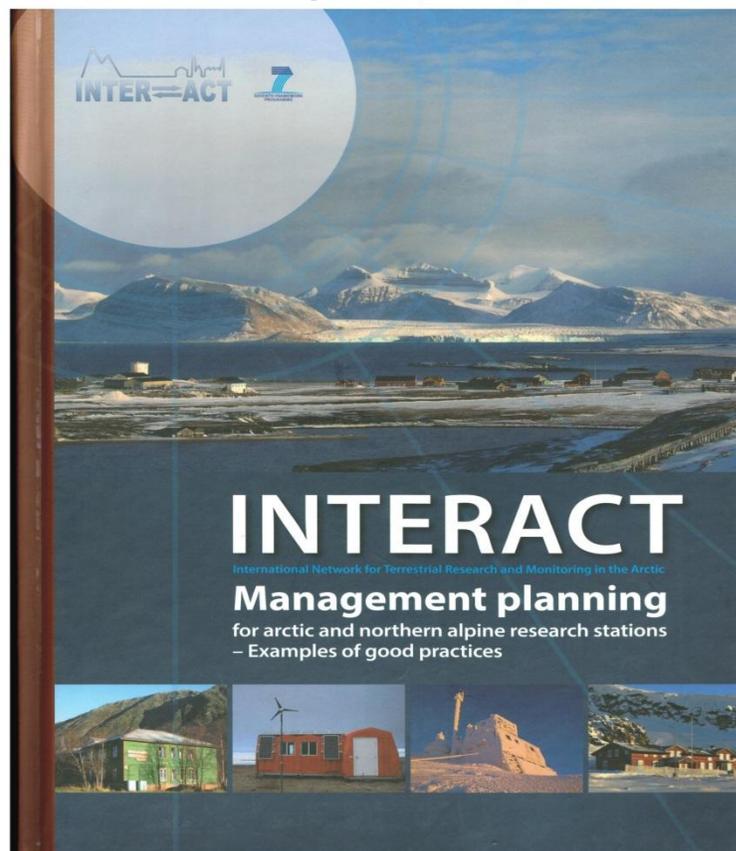
# Консолидированные источники финансирования (пример софинансирования)

1. Книга «**INTERACT Stories of Arctic Science**» составляет основу для он-лайн курса «**The changing Arctic**» и серии видеолекций, разработанных на платформе «Лекториум» Томским государственным университетом и Санкт-Петербургским государственным университетом, совместно с Университетом Арктики. Издана университетом Aarhus (Дания) на средства Евросоюза (стоимость 30



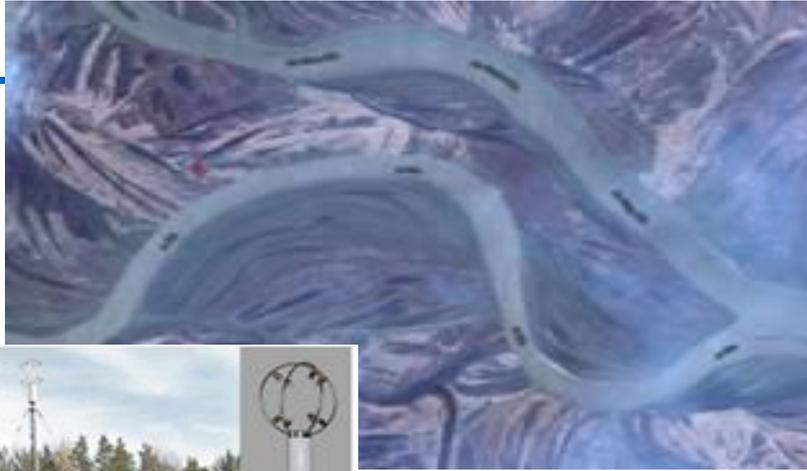
Книги будут использованы как учебные пособия (раздаточный материал) для обучения магистрантов

2. Книга «**INTERACT. Management planning for arctic and northern alpine research stations – Examples of good practices**» составляет основу для курса «**Организация научных исследований и Менеджмент исследовательских станций**», издана университетом Aarhus (Дания) на средства Евросоюза



# Содержание научных станций и их использование в качестве баз полевых практик для магистра (пример софинансирования)

Совместный проект центров «TSSW», «BioClimLand», «INTERACT»



3 500 тыс. руб.



Использование транспортных средств центров

«BioClimLand»

и «TSSW» при организации полевых практик магистрантов  
(пример софинансирования)



# Международная летняя Школа Актеру (пример софинансирования)

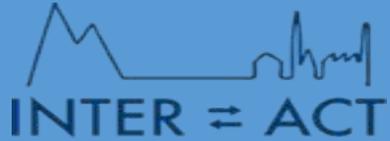
Совместный проект Центра академической мобильности, управления международных связей ТГУ и Центра «BioClimLand» (1 500 тыс. руб.)



# Реальные и потенциальные партнеры развития программы



Университет UArctic



INTERACT



Observatoire Midi Pyrénées  
(Франция)



Университет Стефана  
Вышинского (Польша)



Geophysical Institute, University of  
Alaska Fairbanks  
(США)



Администрация Томской  
области



Администрация ХМАО



Администрация ЯНАО



Газпром Космические системы



ОАО «Томгипротранс»

# Уникальные особенности программы

- Уникальность и глобальная значимость объекта изучения, междисциплинарность и трансдисциплинарность программы;
- Разработка Программы согласно приоритетным направлениям развития сферы исследований и разработок: "Реконструкция ретроспективной и оценка современной динамики криосферы, в том числе многолетнемерзлых грунтов и ледников, а также прогноз ее изменений", "Изучение изменений климата и экстремальные климатические события с использованием перспективных подходов к анализу климатообразующих факторов";
- Привлечение ученых с мировым именем, ведущих зарубежных и российских преподавателей в рамках научных проектов Центра превосходства «BioClimLand»;
- Наличие развитой научной инфраструктуры: лаборатории, исследовательские станции;
- Участие в крупных научно-образовательных сетевых проектах: Uarctic, INTERACT, Международное научное-объединение (МНО) России и Франции CAR-WET-SIB, TEMPUS, Французско-сибирский центр образования и науки, Международная ассоциация вечной мерзлоты



Национальный  
исследовательский

Томский  
государственный  
университет

# Спасибо за внимание!



Национальный  
исследовательский  
Томский государственный  
университет.  
Центр «BioClimLand»  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, корп.  
13  
+7 (3822) 52-96-28  
kirp@mail.tsu.ru  
[www.tsu.ru](http://www.tsu.ru)