

Научный отчет о результатах работы Тункинского котловинного стационара в 2013 г.

Исследования проводятся для получения полевых материалов в рамках реализации научных проектов ИГ СО РАН:

Проект VIII.69.2.1. Развитие рельефа и ландшафтов в позднем плейстоцене и голоцене на юге Восточной Сибири (Научный руководитель: к.г.н. Ю.В. Рыжов)

Проект VIII.69.2.2. Динамика и прогнозирование ландшафтно-геохимических процессов степных, лесостепных и таежных регионов Сибири (Научный руководитель: к.г.н. И.А. Белозерцева)

Проект VIII.79.2.3. Ландшафтно-географическое обеспечение экологической политики в природопользовании регионов Сибири (Научный руководитель: д.г.н. Ю.М. Семенов)

Проектов РФФИ **12-05-31135_мол_а** «Геоинформационное моделирование и картографирование температурного поля ландшафтов Тункинской котловины» (Истомина Е.А.); **13-05-00517а** Особенности развития речных долин юга Восточной Сибири в различных морфоструктурных областях под воздействием естественных и антропогенных факторов (Опекунова М.Ю.); **12-05-98063-р_сибирь_а** - Изменение биоразнообразия таежных и степных ландшафтов под воздействием природных и антропогенных факторов (Бессолицына Е. П.); **12-05-00819-а** - Пространственно-временная организация таежных геосистем Сибири (Коновалова Т. И.)

В 2013 г. в полевых исследованиях, проводимых на базе Тункинского стационара, принимали участие 17 сотрудников лабораторий ИГ СО РАН: физической географии и ландшафтного картографирования, теоретической географии, геоморфологии, гидрологии и климатологии, геохимии ландшафтов и географии почв, биогеографии; 3 сотрудника ИМКЭС СО РАН (Томск).

В июле на стационаре проходила практика студентов Иркутского Государственного Университета под руководством сотрудника ИГ СО РАН Черкашиной А.А. (3 человека), в течение 16 дней - учебно-производственная практика студентов из Санкт-Петербургского Государственного Университета (7 человек), факультет географии и геоэкологии под руководством сотрудника Университета, доцента кафедры гидрологии СПбГУ Федоровой И.В.

В августе в рамках программы по обмену опытом на базе стационара проведены работы по изучению физических свойств грунтов при участии Гюлалыева Чингиза Гюлалы оглы, руководителя географического стационара Института Географии НАНА им. акад.Г.А.Алиева, г.Баку.

В ходе исследований решается ряд комплексных географических задач, направленных на познание механизмов динамики и эволюции геосистем на разных уровнях организации: выявление пространственно-временных закономерностей изменения структуры и функционирования геосистем под влиянием климата и хозяйственной деятельности; установление критических параметров развития опасных природных процессов (водной эрозии, дефляции, заболачивания, криогенных процессов и др.); анализ и оценка современного состояния геосистем..

Основные результаты исследований 2013 г.:

Геоморфологический блок (Опекунова М.Ю.) в рамках стационарных исследований представлен двумя направлениями: **1) изучение динамики эолового процесса:** для чего в пределах ур. Затунка - большого массива оголенных песков, распространенных на правобережье р. Тунка, заложена сеть реперов для измерения величины ежегодного сноса и аккумуляции песка.

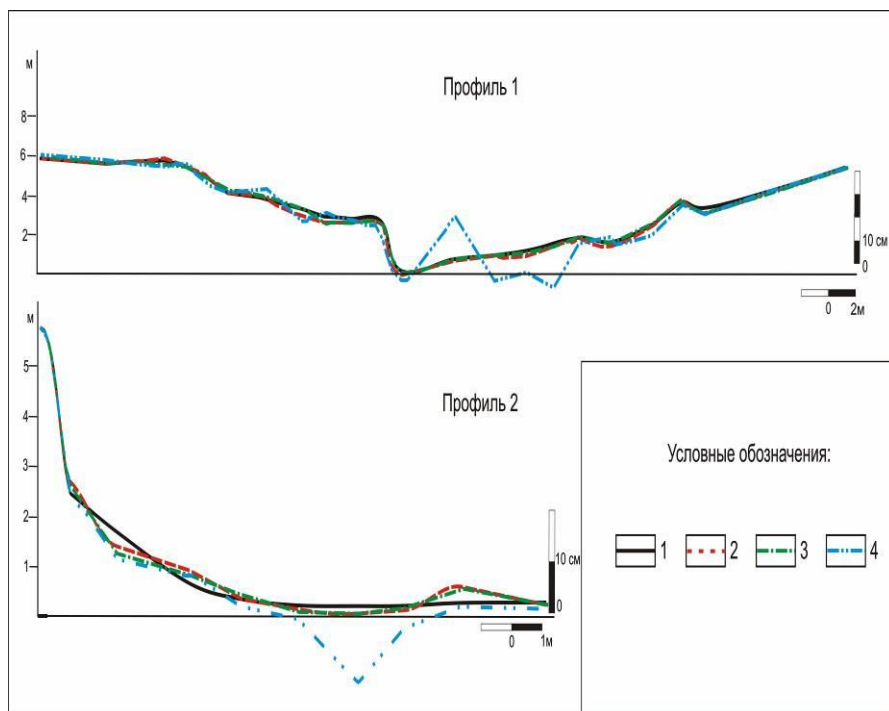


Рис. 1
Динамика аккумулятивно-дефляционных процессов в котловине выдувания, Тункинская котловина, ур. Затунка.

Условные обозначения: 1 – первоначальная поверхность; 2 – 2009 г.; 2 – 2010 г.; 2013 г.

За годы наблюдений, с помощью метода шпильки по двум поперечным профилям котловины выдувания в ур. Затунка, получены результаты количественной оценки аккумуляции и дефляции песчаного материала в пределах мезоформ рельефа, которые составили первые сантиметры за период 2008-20010 гг. (рис. 1). За период 2011-2013 отмечена тенденция направленной дефляции в средней части дна котловины выдувания порядка 8-19 см. В пределах элементов котловины выдувания отмечается перемещение материала вниз по склону, определяются локальные зоны сноса (верхняя часть склона) и аккумуляции (нижняя часть склона) вещества. Наблюдения за рядом поперечных профилей с реперами (шпильками), заложенных на межкотловинных перемычках, показали отступление бровки уступов со скоростью до 3 см в год. Таким образом, при сохранении скоростей перемещения песчаного материала за год на региональном уровне, на уровнях мезо- и микрорельефа наблюдается увеличение подобных скоростей в несколько раз. Для репрезентативности полученных данных, а также их дальнейшей интерпретации целесообразным будет последующий выбор и обустройство дополнительных площадок с сетью реперов как в пределах ур. Затунка, так в других местах распространения эоловых массивов Тункинской котловины.

2) Изучение флювиальных процессов включают в себя комплексное исследование морфологии пойменно-террасового комплекса и сопряженного с ним комплекса отложений долин рек бассейна р. Иркут. Для изучения пойменно-террасового комплекса и сопряженных с ними отложений применяется стандартный подход, включающий комплекс методов. Пойменно-террасовый комплекс р. Иркут в пределах каждой из котловин Тункинской ветви, а также межкотловинных перемычек обладает рядом специфических черт, широкой вариацией высот террас и отложений, наличием локальных террасовых уровней, что позволяет судить о широком спектре рельефообразующем факторов на данной территории. Как пример (рис.2), можно представить долину реки Хулугаймы (приток р. Иркут, Мондинская котловина), где в формах рельефа и отложениях запечатлен широкий спектр процессов современного и прошлого рельефообразования: влияния неотектонических движений, миоценового вулканизма, плейстоценовых оледенений, современных флювиальных и склоновых (усиленных сейсмичностью) процессов.

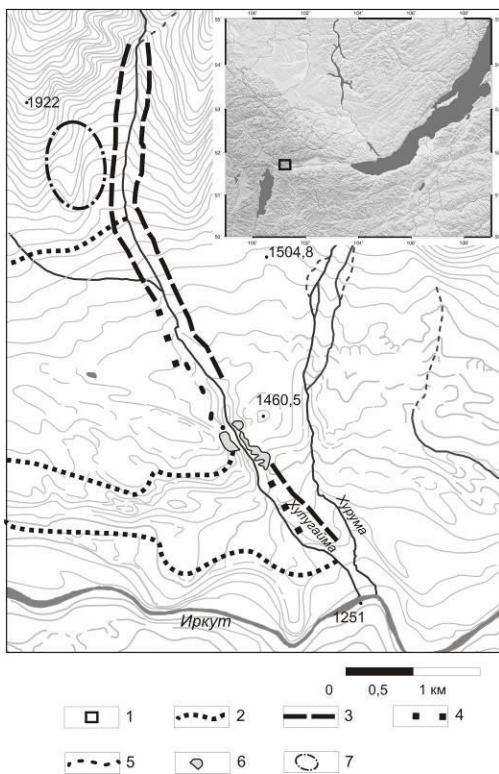


Рис.2. Схема расположения морфометрических уровней в долине реки Хулугаймы

Условные обозначения: 1 – район исследования, 2 – границы береговых морен (по В.Н. Олюнину, 1965), 3- терраса 8-10 м, 4- терраса 5-6 м, 5 - терраса 3-4 м, 6 – ущелье в вулканических отложениях, 7 – следы прохождения селя

Изменение таксономического разнообразия мезонаселения почв горно-таежных геосистем в экологических градиентах (Бессолицына Е.П., Балязин И.В.)

Количественные характеристики мезонаселения почв изменяются под влиянием сложного сочетания целого ряда абиотических и биотических факторов, действующих, как правило, в неразрывной связи.

Таксономическое разнообразие сообществ беспозвоночных в мезомасштабе пространства (на уровне групп фаций) изменяется главным образом в градиенте эдафоклиматических и фитоценологических факторов, которые варьируют в зависимости от местоположения биогеоценоза в ландшафте. На рисунках 3, 4 представлена структура комплексов почвенных беспозвоночных Тункинской котловины.

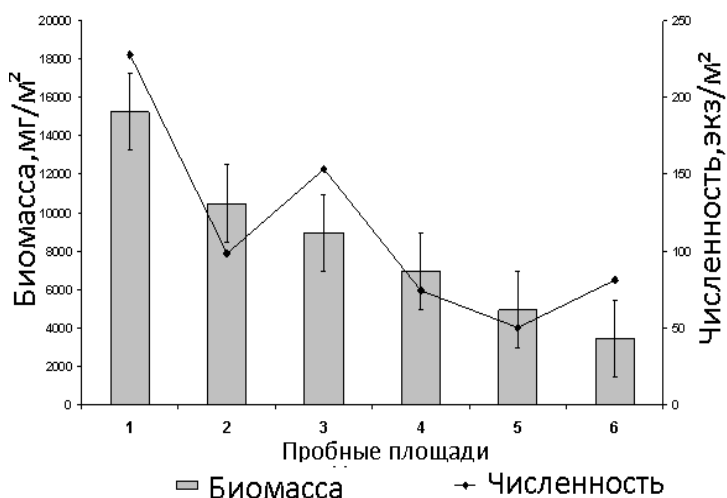


Рис. 3. Численность и биомасса почвенных беспозвоночных по пробным площадям (1-6)

Пробные площади: 1 – сосновый бор (абс. высота 860 м.) расположен на 2 террасе реки Кынгарга; 2 – участок зарастающей степи (818 м.) с молодой порослью березы (расположенный у склонов западной экспозиции хр. Хамар-Дабан); 3 – березовый лес (980 м.), северо-западный склон хр. Хамар-Дабан; 4 – лиственнично-березовый лес (1192 м.), северо-западный склон хр. Хамар-Дабан; 5 – лиственничный лес (1405 м.), водораздел хр. Хамар-Дабан; 6 – сосновый лес (1000 м.), юго-западный склон, пик Любви.

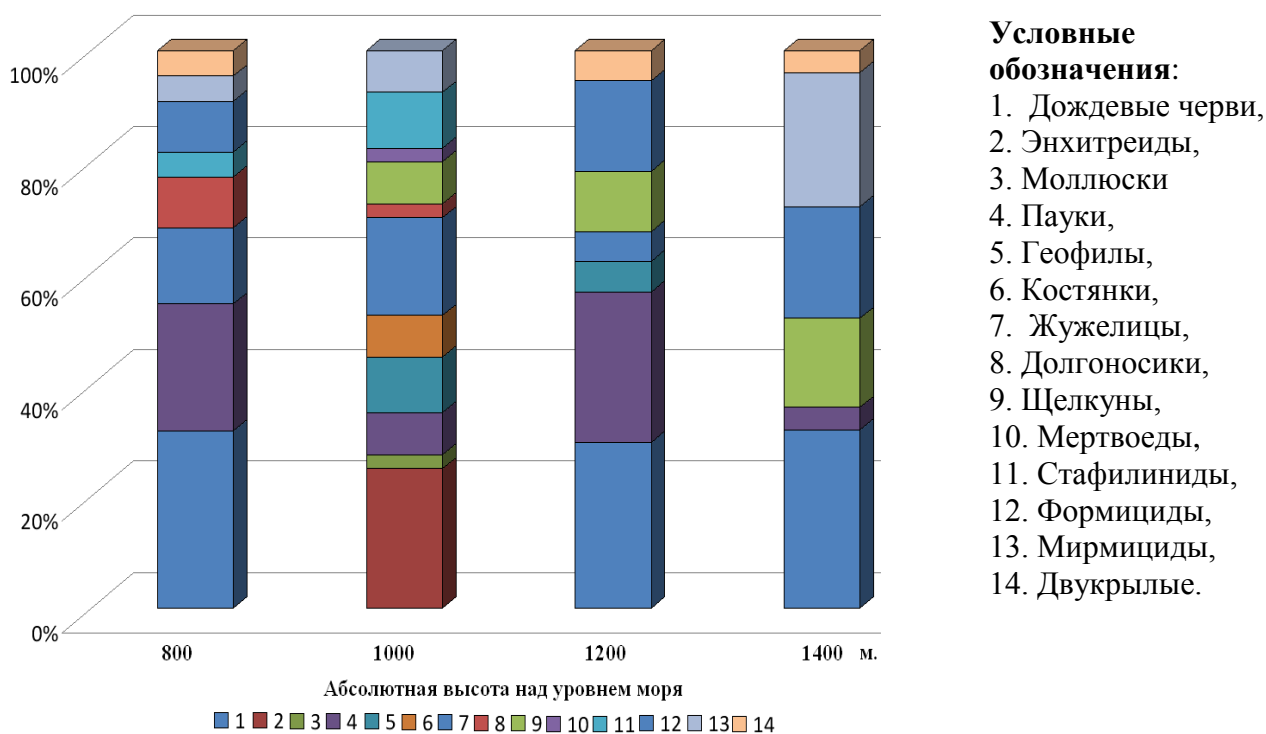


Рис.4. Структура Комплексов почвенных беспозвоночных макросклона Хамар-Дабан

Валидация дистанционных данных Landsat на основе наземных наблюдений (Истомина Е.А., Василенко О.В.)

Продолжена работа по валидации дистанционных данных Landsat в тепловом диапазоне (18 снимков разных сезонов года за период 2010-2012гг.) на основе наземных наблюдений с помощью датчиков-термохронов за температурой воздуха на более чем 20 ключевых участках. Показано, что значения отклонений температур датчика и снимка изменяются от 0 до 12 градусов. Среднее арифметическое отклонений для всех точек и моментов времени равно 3 градусам. Минимальные отклонения (1-3 градуса) соответствуют осени, зиме и ранней весне, с апреля по сентябрь отклонения увеличиваются до 3-5,5 градусов. Поточечный анализ отклонений показывает, что максимальные их значения (7-12 градусов) соответствуют открытым участкам (степь, песчаные массивы, подгольцовый пояс).

Построен график зависимости и найдены параметры связи ($Y=1.05X-0.3$, $R=0.98$) температуры, отображаемой на снимках и температуры воздуха на датчиках (рис.5). Видно, что данные хорошо коррелируют. Для области отрицательных температур в среднем наблюдается занижение температуры по данным дистанционной съемки, для области положительных температур – завышение. Это, по всей видимости, связано с тем, что поверхность сильнее, чем воздух остывает в холодное время и прогревается в теплое. Для области положительных температур отклонения в среднем выше.

Зависимости температуры, отображаемой на снимках и температуры воздуха на датчиках сложные, имеют ландшафтную и сезонную специфику, сезонные тенденции сохраняются от года к году.

Разница температур, полученных по снимкам и на датчиках обусловлена также тем, что на снимках фиксируется температура поверхности (поверхности почвы, травостоя или крон кустов и деревьев – в зависимости от типа ландшафта), а на датчиках фиксируется температура воздуха на высоте 2 м. Для исследования взаимозависимости температур воздуха и поверхностей разного типа и их суточной и сезонной динамики в некоторых точках установлены датчики, фиксирующие температуру поверхности почвы, поверхности травостоя и поверхности крон.

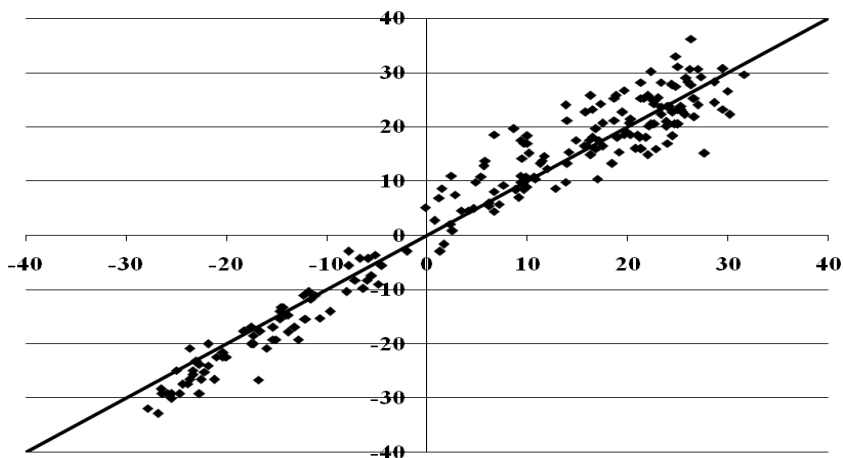


Рис. 5. Зависимость температуры поверхности, рассчитанной по данным Landsat (ось y) и температуры воздуха по датчикам (ось x).

Изучение температурных характеристик грунтов (Воропай Н.Н., Кобылкин Д.В., Черкашина А.А.)

Для изучения температурного режима на песчаных древне-эоловых отложениях массива Бадар были заложены глубинные терморегистраторы АИПТ. С целью оценки влияния растительного покрова на температурный режим отложений выбраны 2 точки под условно идентичным почвенным покровом, представленным дерново-подбурами иллювиально-железистыми (строение профиля: АУ-ВF-С (Классификация и диагностика почв России, 2004)). Первая точка заложена под сосновым лесом (возраст древостоя 50-70 лет). Вторая - на обезлесенной в результате пожара территории. В обоих случаях мощность почвенной толщи не превышает 30 см, ниже почвы подстилаются рыхлыми песчаными отложениями. Проведенные анализы показали, что почвы и подстилающие грунты обладают рыхлым сложением и легким гранулометрическим составом (рис.6). Преобладающей фракцией в обоих случаях является фракция мелкого песка ($d=0.25-0.05$ мм). Небольшое утяжеление гранулометрического состава верхних горизонтов почв достигается за счет увеличения илистой ($< 0,001$ мм) фракции, что, вероятно, связано с выветриванием первичных минералов и неосинтезом вторичных глинистых минералов в процессе почвообразования.

Полученные данные показывают, что рыхлые отложения на лишенной лесной растительности местности прогреваются гораздо быстрее (табл.1). На поверхности почвы температура переходит через 0°C 26 марта, на глубине 20 см 16 апреля. Покрытые лесом участки в целом получают тепла меньше, здесь соответствующие переходы отмечаются позже, а 10, 27, 28 апреля на поверхности наблюдались отрицательные средние суточные температуры. В то же время, обратный переход температур через 0°C осенью происходит почти одновременно на всех глубинах. Максимальное запаздывание (за исключением глубины 240 см) на открытом участке составляет 6 дней на глубине 40-60 см. За счет дневного прогрева поверхности в октябре и благодаря инерционности почвенных слоев, их охлаждение на открытом участке идет медленнее. Однако минимальные температуры, начиная с глубины 20 см здесь ниже, возможно, из-за отсутствия растительного покрова. На глубине 240 см средняя суточная температура не опускается ниже -2°C , период с отрицательными температурами начинается в феврале и заканчивается в июле. На залесенном участке его продолжительность больше на 21 день. На глубине 320 см отрицательной температуры не наблюдалось. Годовая амплитуда температуры почвы на всех глубинах выше на оголенном участке. При этом различия в максимальных суточных температурах достигают $3,9^{\circ}\text{C}$ (на глубине 120, 160 см, август), в минимальных – $2,6^{\circ}\text{C}$ (на глубине 80 см, февраль).

Поглощение теплового излучения почвой зависит от ряда факторов. К факторам, определяющим температурный режим почв, относятся: цвет поверхностных горизонтов, влажность и аэрация, которая зависит от гранулометрического состава и структуры почвы, экспозиция склонов, наличие или отсутствие растительности.

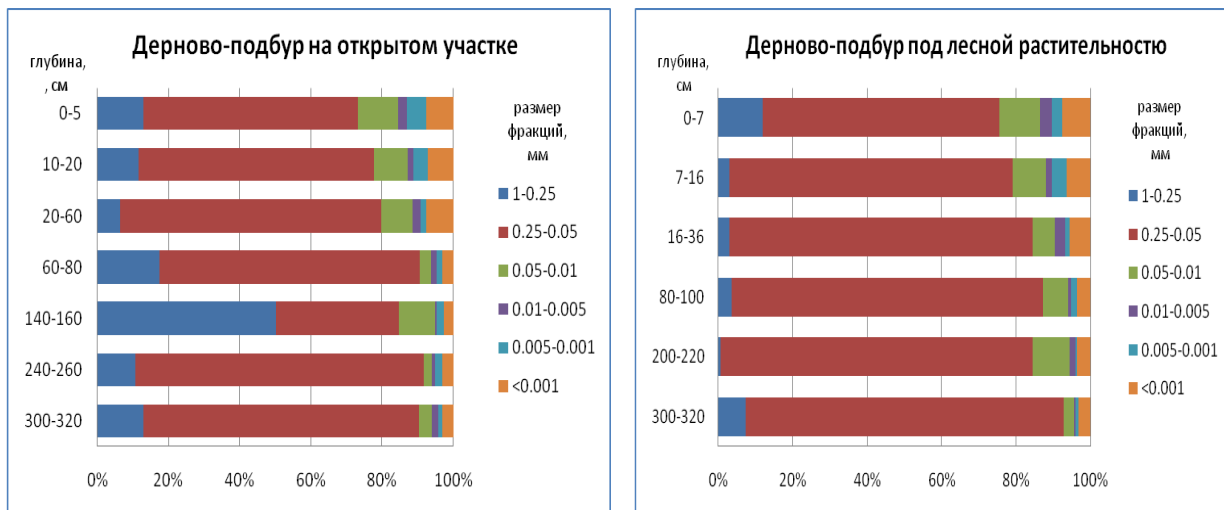


Рис.6. Гранулометрический состав

Таблица 1

Характеристика средних суточных температур

Глубина, см	Открытые пески				Пески, покрытые лесом			
	Т _{ср.год}	Т _{макс}	Т _{мин}	Даты перехода ч/з 0 °С	Т _{ср.год}	Т _{макс}	Т _{мин}	Даты перехода ч/з 0 °С
0	1,5	24,6	-20	23.10 26.03	-0,8	17,9	-21,4	24.10 05.04
2	0,9	20,6	-20,1	24.10 04.04	-0,7	17,8	-20,5	25.10 06.04
5	0,7	19,9	-20,0	25.10 06.04	-0,8	17,4	-20,2	26.10 11.04
10	0,7	19,1	-19,5	03.11 11.04	-0,8	16,5	-19,5	02.11 13.04
15	0,7	18,5	-19,0	05.11 13.04	-0,7	15,7	-18,6	04.11 16.04
20	0,6	17,9	-18,4	07.11 16.04	-0,7	15,0	-17,8	05.11 17.04
30	0,7	17,2	-17,4	13.11 19.04	-0,5	14,1	-16,1	07.11 01.05
40	0,7	16,3	-16,4	16.11 25.04	-0,3	13,1	-14,6	10.11 05.05
60	0,7	14,7	-14,4	23.11 04.05	-0,1	11,2	-11,8	11.11 10.05
80	0,9	13,5	-12,3	30.11 08.05	0,1	9,6	-9,8	26.11 18.05
120	1,3	11,5	-8,4	15.12 18.05	0,3	7,0	-6,6	13.12 04.06
160	1,7	9,9	-5,6	30.12 29.05	0,5	5,3	-4,0	31.12 17.06
240	2,1	7,6	-1,7	13.02 24.06	1	4,6	-0,8	27.02 28.07
320	2,4	6,6	0,1	- -	1,1	3,9	-0,1	16.05 09.08

Данные терморегистраторов указывают на более интенсивную прогреваемость грунтов на участках, лишенных растительности в сравнении с грунтами, находящимися под лесной растительностью, что связано с эффектом экранирования и их физическими свойствами. Теплоемкость воды в 5 раз выше, чем минеральной части, а находящиеся под лесом грунты, существенно влажнее грунтов, занимающих безлесные территории. Соответственно для прогрева грунтов покрытых растительностью требуется больше тепловой энергии. В весенне-летнее время открытые пространства прогреваются гораздо быстрее.

Гидрологические исследования (Кичигина Н.В., Захаров В.В.)

В 2013г. начаты комплексные натурные исследования основных источников питания речного стока в малых речных бассейнах на основе современных технических и методических средств наблюдения и анализа. Химический состав различных типов вод выступает ключевым предметом указанных исследований.

В июне 2013 г. на водосборе руч. Ихубур был оборудован гидрометрический пост (рис.7) для наблюдения за стоком, установлен современный цифровой приборный комплекс АПИК (ИМКЭС, Томск). АПИК - атмосферно-почвенный измерительный комплекс, регистрирующий элементы водного режима (уровня и температуры воды в водотоке). В течение летнего сезона в тестовом режиме проводились измерения уровня (рис.8) и температуры воды в ручье Ихубур с высоким временным разрешением (15 мин.). Выполнялись измерения

расходов воды с применением измерителя скорости потока ИСП – 1 (заводской номер 328) для получения кривой связи уровней воды с расходами. Выполнялся отбор проб на гидрохимический анализ в разные фазы водного режима. Одновременно выполнялись измерения рН, температуры воды, электропроводности и удельной проводимости при помощи карманного многопараметрового прибора Hanna COMBO / HI 98129.

Полученные данные, наряду с гидрохимической информацией позволят в дальнейшем выявить химические индикаторы/трассеры, которые достаточно надежно идентифицируют различные по генезису природные воды, используя гидрохимическую ЕММА модель (End Member Mixing Analysis). Модель позволяет исследовать генетическую структуру стока с помощью химических трассеров на основе экспериментальных данных и в последнее время широко и достаточно успешно используется в зарубежной гидрологии. С помощью модели можно идентифицировать различные по генезису природные воды: атмосферные, склоновые (почвенные) и русловые, определять формы взаимодействия разных видов стока, производить их качественную и количественную оценки. Исходными данными для данной модели служат результаты детального экспериментального оценивания параметров стока и гидрохимического состава вод на элементарных речных водосборах 1-2 порядка, площадью до 5-10 км².

а)



б)



Рис. 7. Установка датчиков уровня и температуры воды в русле ручья Ихубур (а), контроллера (накопителя данных) и датчика атмосферного давления (б).

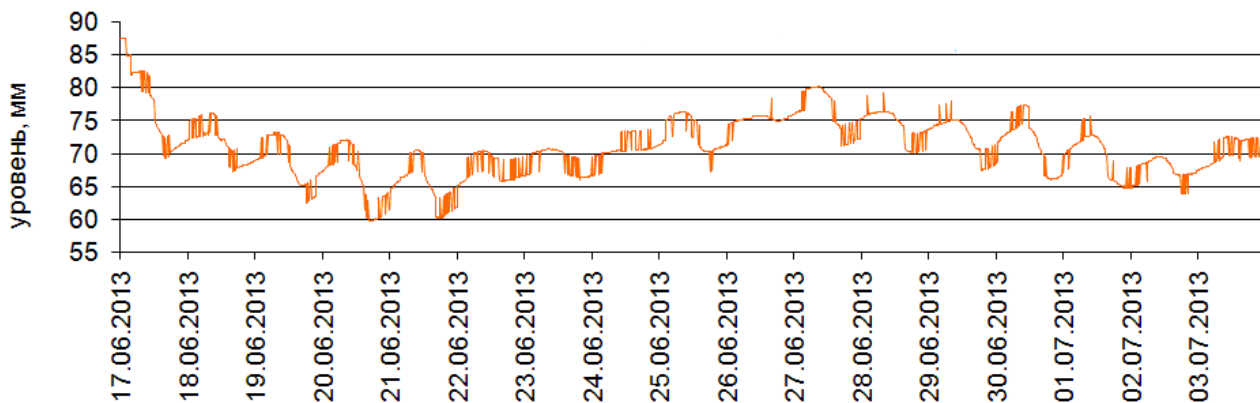


Рис.8. Колебания уровня воды ручья Ихубур 17.06 -03.07 2013 г.

В рамках продолжающегося комплексного изучения геосистем на территории Тункинского котловинного стационара в 2013 г. проводились *Микроклиматические исследования*

На ключевых участках (37 площадок) продолжены микроклиматические наблюдения, начатые в 2007 г., проведена статистическая обработка материала;

В дополнение к существующим 13-ти модельным площадкам в пределах Тункинской котловины организованы 7 площадок, на которых установлены комплексы автоматизированного оборудования для непрерывного измерения температуры и влажности воздуха, почвы (на 14-ти глубинах от 0 см до 320 см). Оборудование получено в рамках программы «Импортозамещение».

Публикации

Статьи в журналах

1. Irina N. Bilichenko Tunka National Park: Problems and Prospects *Sibirica Interdisciplinary Journal of Siberian Studies* Volume 12, Issue 2, Summer 2013
2. Атутова Ж.В. Естественные и преобразованные геосистемы Тункинской котловины // *География и природные ресурсы*. 2013, № 1, с. 97-104
3. Коновалова Т.И., Котовщикова М.А. Организация геосистем рифтовых зон. *Фізична географія та геоморфологія*, 2013 – вип.2 (70). – с. 77-86. (Киев)
4. Котовщикова М.А. Устойчивость и направления трансформации геосистем Южного Прибайкалья. - *Изв. Ирк. гос. ун-та. – Сер. «Науки о Земле»*. – 2013. – Т.6. – В.2
5. Силаев А.В. Картографический анализ селитебных и распаханых территорий Тункинской котловины за последнее столетие /А.В. Силаев// *Вестник Иркутского государственного технического университета*; Из-во НИИ ИрГТУ – Иркутск, 2013. – 277с.С. 80-84.

Материалы конференций

1. Макаров С.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В., Рященко Т.Г. Крупный голоценовый врез реки Иркуты в Торской впадине (на примере разрезов "Гужиры") // *Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе. Материалы Всероссийского совещания и молодежной школы по современной геодинамике* (г. Иркутск, 23-29 сентября 2012 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. Т. 1. – С. 97–99.
2. Макаров С.А. Новый этап изучения селей Прибайкалья // *Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита.* / Тр. Второй конференции, посвященной 100-летию С.М. Флейшмана. – М.: Географический факультет МГУ. 2012. – С. 60–62.
3. Макаров С. А. Интерпретация деформаций рыхлых отложений в сейсмически активных районах // *Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы: Материалы Второго Всероссийского симпозиума с международным участием и молодежной научной школы, посвященных памяти академиков Н.А. Логачева и Е.Е. Милановского.* – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2013. – Т. 1. – С. 206–208.
4. Силаев А.В. Картографический анализ долговременной динамики лесного покрова Тункинской котловины /А.В. Силаев/ *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Доклады V Всероссийской конференции, посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина* (Москва, 22-24 апреля 2013 г.) - М.: ЦЭПЛ РАН, 2013 г. 348 с. С. 307-310.
5. Силаев А.В. Использование данных дистанционного зондирования земли для изучения антропогенного влияния на экосистемы тункинской котловины/А.В. Силаев// *Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н.Ф. Реймса и Ф.Р.Штильмарка: материалы международной школы-семинара молодых ученых (2-4 августа 2013г.)*/ под ред. С.А. Бузмакова; Изд-во «А-Принт» - Пермь, 2013. – 172 с. С. 34-37.

6. Силаев А.В. Антропогенное воздействие на экосистемы тункинской котловины /А.В. Силаев //Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: мат-лыВсерос. конф. Молодых ученых. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – С. 155-156.
7. Опекунова М.Ю. Развитие речных долин Мондинской котловины. Актуальные эколого-географические и социально-экономические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всерос. Науч.-практ. конф. (Улан-Удэ, 28-29 марта 2013 г.) / под науч. Ред. Ц. Д. Гончикова. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2013. – С. 82-86. ISBN 978-5-9793-0551-6
8. Опекунова М.Ю. Развитие речных долин Мондинской котловины. VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований». Сб. статей (г. Ростов-на-Дону, 10-15 июня 2013 г.). – Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2013. – С. 487-489. - ISBN 978-5-4358-0059-3.
9. Бессолицына Е.П. Изменение таксономического разнообразия мезонаселения почв таежных и степных геосистем Прибайкалья в экологических градиентах // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов / Труды Второй Всерос. научн. конф. с международным участием – Т. 1: Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы природопользования. – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. – С. 203-206.
10. Бессолицына Е.П. Особенности распределения и картографирование таксономического разнообразия мезонаселения почв степных геосистем Прибайкалья // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах / Матер. V Международной научн. конференции» (Белгород, 28-31 октября 2013 г.) – Белгород, 2013.
11. Istomina E., Voropay N., Vasilenko O. Comparison of Surface Temperature at Tunkinskaya Hollow with the Use of Data of In-situ Measurements and Landsat Space Images // European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 7-12 April 2013 доступ <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/EGU2013-693.pdf>
12. Istomina E., Voropay N., Vasilenko O. Evaluation of Air Temperature at Tunkinskaya Hollow with the Use of Data of Ground Measurements and Landsat Space Images // Annual Meeting of Association of American Geographers, Los Angeles, 9-13 April, 2013. Доступ <http://meridian.aag.org/callforpapers/program/AbstractDetail.cfm?AbstractID=51223>
13. Istomina E., Vasilenko O. Interrelation Between In-situ Measured LST and LAT and Landsat Thermal data in the Tunkinskaya Valley// The second workshop of the Earthtemp research network "Characterising surface temperatures in data-sparse and extreme regions (with focus on high-latitude domains)", Copenhagen, Denmark, 11-15 June 2013. Доступ http://www.geos.ed.ac.uk/research/earthtemp/themes/2_data-sparse/Istomina_EarthTemp_Copenhagen_2013_Poster.pdf
14. Лохов Ш.К., Воропай Н.Н. Изменение температуры почв и грунтов по глубинам на станции Тунка во второй половине XX и начале XXI веков // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: труды Второй Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Казань, 24-26 сентября, 2013 г.) Том 2 / ответственные редакторы Ю. П. Переведенцев, В.В. Сиротник, В. А. Рубцов, И.Т. Гайсин – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. – С.102-104.
15. Василенко О.В., Воропай Н.Н. Инверсионное распределение температуры воздуха на южном макросклоне Тункинских гольцов // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: труды Второй Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Казань, 24-26 сентября, 2013 г.) Том 2 / ответственные редакторы Ю. П. Переведенцев, В.В. Сироткина, В. А. Рубцов, И.Т. Гайсин – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. – С.66-68.
16. Воропай Н.Н., Кобылкин Д.В., Черкашина А.А. Годовой ход температур рыхлых отложений Тункинской котловины / Окружающая среда и устойчивое развитие регионов. Том II. Труды Второй Всероссийской научной конференции с международным участием. 24-26

сентября 2013 г. / под ред. Проф.Переведенцева Ю.П., проф. Сироткина В.В., проф. Рубцова В.А., проф. Гайсина И.Т. - Казань : Изд-во «Отечество», 2013. – С. 68-70.

17. Воропай Н.Н., Кобылкин Д.В., Черкашина А.А. Сезонные особенности хода температуры почвогрунтов в Тункинской котловине // Материалы Российской конференции "IX Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу", г. Томск 14-17 октября 2013 г. – Томск, 2013– С. 41-43.

18. Василенко О.В., Воропай Н.Н. Температурные инверсии на территории Тункинских котловин // Материалы Российской конференции "IX Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу", г. Томск 14-17 октября 2013 г. – Томск, 2013– С. 33-35.

19. Кобылкин Д.В., Воропай Н.Н. Температурный режим эоловых песков Тункинской котловины. / Актуальные эколого-географические и социально-экономические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий. Материалы всероссийской научно-практической конференции (Улан-Удэ, 28-29 марта 2013г.) / под науч. Ред. Ц.Д.Гончикова. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2013. – С. 70-71.

20. Voropay N.N., Ignatov A.V. Simulation of the temperature regime of soils in southwestern Pribaikalie // ISEM 2013 Ecological Modelling for Ecosystem Sustainability in the context of Global Change - Toulouse-France. – Meteo France. - P.8.

21. Кичигина Н.В., Кураков С.А., Соколов А.С. Возможности применения современных технологий для изучения закономерностей формирования речного стока // Мат. VIII межд. научно-практ. конф. «Реки Сибири и Дальнего Востока», 6-7 июня 2013, Иркутск: ИРОО «Байкальская Экологическая Волна», ISBN 978-5-91344-516-2. - 2013. – С. 64-66.

Научный руководитель, к.г.н.

Н.Н. Воропай