

УДК 551.34.32

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Угаров И.С., Ефремов П.В.

Институт Мерзлотоведения СО РАН им. П.И. Мельникова, Якутск,

e-mail: ugarov@mpi.ysn.ru

Приводятся многолетние (1989-2010 гг.) данные мониторинга о реакции деятельного слоя, верхнего горизонта многолетнемерзлых пород и сельскохозяйственных ландшафтов на потепление климата. Рассматриваются особенности прогрессирующего развития негативных криогенных процессов и явлений в отдельные anomalously теплые дождливые летне-осенние сезоны с резкой активизацией процессов в термокарстовых понижениях разных стадий.

Ключевые слова: агроландшафт; потепление климата; ледовый комплекс; криогенный процесс; термокарст

CRYOECOLOGICAL MONITORING INVESTIGATIONS OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN CENTRAL YAKUTIA

Ugarov I.S., Efremov P.V.

Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, Yakutsk, e-mail: ugarov @mpi.ysn.ru

The results of long-term (1989-2010) monitoring investigations on the response of the active layer, upper permafrost and agricultural lands to climate warming are presented. The progressive development of adverse cryogenic processes and features in anomalously warm and rainy summer-autumn seasons is discussed. It is shown that these processes sharply increase in rate in thermokarst depressions of various stages.

Keywords: agricultural landscape; climate warming; ice complex; permafrost process; thermokarst

В последние 20-25 лет изучение техногенных и природно-антропогенных водно-тепловых и криогенных процессов и явлений в сельскохозяйственных районах Центральной Якутии проводились узким кругом исследователей [1-5, 8, 10]. В большинстве случаев развитие этих экзогенных процессов представляют опасность для установившегося состояния, устойчивости и функционирования криогенных сельскохозяйственных ландшафтов. Однако эта проблема далеко не решена в условиях современных изменений климата, гидрологических условий и усиления степени антропогенных воздействий.

В настоящей статье представлены новые данные восьмилетних наблюдений (2003-2010 гг.). Проведен их совместный анализ с ранее полученными научными материалами за 1989-2002 гг.

Методика исследования

В 1989-2010 гг. Институтом мерзлотоведения СО РАН проведен мониторинг деятельного слоя, криогенных явлений и поверхностных горизонтов многолетне-мерзлых пород (ММП) с повторно-жильными льдами (ПЖЛ) в таежных, аласных и долинных естественных и агроландшафтах в различных физико-географических районах Якутии. Эта система мониторинга включает 6 полигонов и 36 экспериментальных площадок.

В 1989-1996 гг. проводились сезонные (с мая по сентябрь), а с 1996 г. круглогодичные режимные наблюдения за мерзлотно-гидротермическим и геокриологическим состоянием сельскохозяйственных ландшафтов. Определялись гранулометрический состав, строение, криотекстура, водно-физические

свойства, температура и влажность (льдистость) пород, динамика и мощность сезонно-мерзлого слоя (СМС) и сезонно-талого слоя (СТС), пространственно-временные масштабы реакции и деградации верхних горизонтов ММП, развитие криогенных процессов и явлений.

Объекты исследования: типичные и уникальные мерзлотные природные и антропогенные комплексы (таежные, аласные, долинные ландшафты, а также природно-технические гидромелиоративные системы).

Методика исследования водно-тепловых и криогенных процессов подробно изложена в работах [4, 6, 7, 9].

Результаты исследований

По результатам проведенных в 1989-2010 гг. исследований выявлены и оценены ранее малоизученные геокриологические, ландшафтные, почвенные и геокриологические особенности.

Интенсификация обмена энергии (тепла) и воды в деятельном слое пород ледового комплекса при современном изменении климата и нарушении поверхности. За последние 15-20 лет (1989-2010 гг.) резкие изменения метеоусловий по сравнению с типичными 1965-1980 гг. в сочетании с антропогенными факторами оказали сильное влияние на криогенное строение, водно-теплофизические свойства, гидротермический режим деятельного слоя (ДС) почвогрунтов, криогенные процессы и явления, а также на тепловое состояние верхних горизонтов многолетнемерзлых толщ.

В 1989-2010 гг. в естественных и антропогенных ландшафтах произошло увеличение тепло- и влагосодержания СТС в 1,2-2,3 раза. Среднеквадратичное откло-

нение мощности СТС составило от 0,12 до 0,16 м, коэффициент вариации – от 6,8 до 9,0 (таблица). Внутрисезонные величины влажности и влагозапасов верхнего корнеобитаемого слоя (0-0,5 м) варьируют в 3-10 раз, СТС – 1,5-2,5 раза.

Статистические характеристики глубины изменения сезонного протаивания (от средней) на полигоне Кердюген за 1989-2010 гг.

	Луг	Залежь	Лес	Просадка
Минимальная	2,04	1,83	1,31	1,39
Средняя	2,40	2,07	1,57	1,55
Максимальная	2,64	2,27	1,82	1,73
Квадратичное отклонение	0,164	0,148	0,141	0,118
Коэффициент вариации	6,8	7,1	9,0	7,6

В эти же годы под влиянием резких изменений климата произошла активизация процессов криогенного неравномерного перераспределения влаги и тепла по профилю СТС и площади участков, что является также одной из основных особенностей обмена

энергии и воды в деятельном слое как естественных, так и антропогенных геосистем.

Реакция параметров мерзлотно-гидротермического состояния межлассных агроландшафтов на современное потепление климата по данным мониторинга (1989-2010 гг.). В настоящее время ненарушенные естественные ландшафты и их компоненты (почвы, СТС, ММП, ПЖЛ и т.д.) находятся в относительно устойчивом состоянии. В 1989-2010 гг. на естественных ландшафтах зафиксированы незначительные изменения не только параметров деятельного слоя, но и состояния мерзлотных почв и развития криогенных процессов и явлений в пределах их естественной вариации.

В то же время на сельскохозяйственных ландшафтах до глубины 10 м температура ледового комплекса (ЛК) повысилась на 0,5-2 °С. На ключевом полигоне Дыргыабай (Майя) на правом берегу реки Лены за 17-20 лет кровля многолетней мерзлоты опустилась от 0,3 до 5 м и более при разнообразном сельскохозяйственном землепользовании (пашня, залежь, пастбище) (рис. 1). Тренды их оттаивания составили от 0,05 до 0,16 м/год.

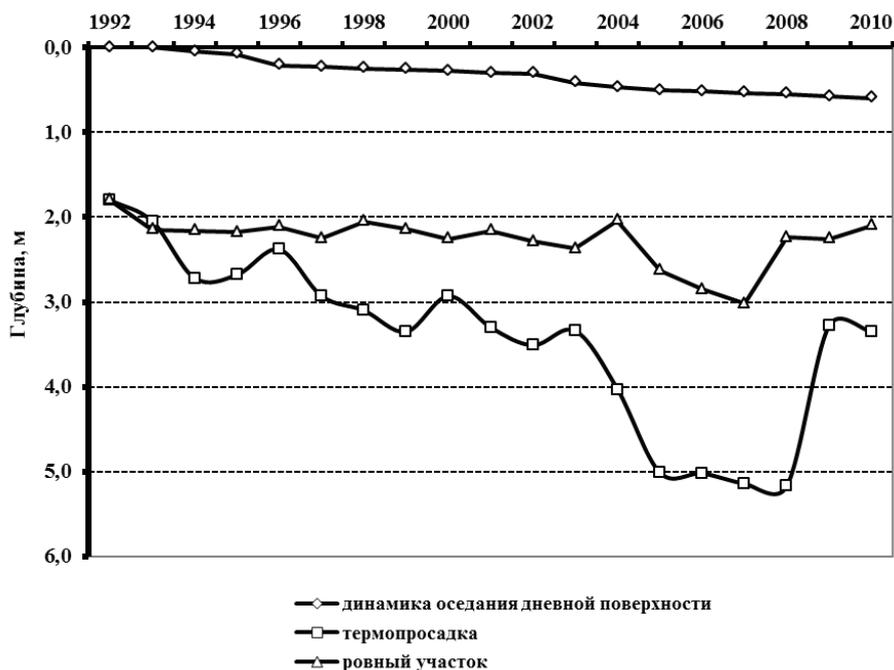


Рис. 1. Динамика осадки поверхности почвы и понижение кровли пород ледового комплекса на площадках 2 и 4 полигона Дыргыабай (1992-2010 гг.)

За 1985-2010 гг. на пахотных землях полигона Кердюген на высокольдистой высокой террасе на левобережье р. Лены произошли более умеренные изменения параметров СТС и ЛК, особенно при этом тренд деградации ледового комплекса весь-

ма разнообразен и составляет от 0,001 до +0,008 м/год. В последние два года на полигонах Кердюген и Майя установлено резкое увеличение суровости мерзлотных условий. Уменьшились мощности СТС, снизились температуры грунтов, произошло поднятие

кровли ММП с ПЖЛ и затухание процесса деградации (оттаивания) пород ледового комплекса на избыточно увлажненных и зарастающих густыми травами и кустарниками участках поля и залежи (заброшенной в 1996 г. пашни) в условиях продолжающегося заметного потепления климата. Это связано с суровостью климата почв в зимнее время, в первую очередь малоснежностью в начале зимы, и промерзанием ранее протаявшего слоя.

Установлены ранее мало изученные закономерности (циклические и трендовые) в динамике глубины сезонного протаивания, криогенных процессов и колебания кровли ММП при скачкообразном потеплении климата и усилении антропогенных воздействий. При общей положительной тенденции многолетнего оттаивания ММП отмечаются более короткопериодные ритмы, отражающие циклы в пределах 3-4 года, отрицательного и положительного характера,

т.е. опускание и поднятие кровли многолетней мерзлоты (см. рис. 1).

Выявлена критическая ситуация в верхнем горизонте ледового комплекса – мерзлотных природно-антропогенных геосистемах в слое годовых теплооборотов (до 10-15 м глубины) – с потерей ресурсов холода и объема подземных льдов от 5 до 50% за последние три десятилетия при нынешнем потеплении климата [5]. Эти особенности являются результатом ответной реакции геосистем ледового комплекса на современные изменения климата и антропогенные воздействия.

Мониторинговые исследования последних лет показали, что в периоды ощутимых климатических изменений в антропогенных ландшафтах обострение геокриологического состояния весьма ощутимо. Это приводит к выводу сельскохозяйственных площадей из хозяйственного оборота (рис. 2).

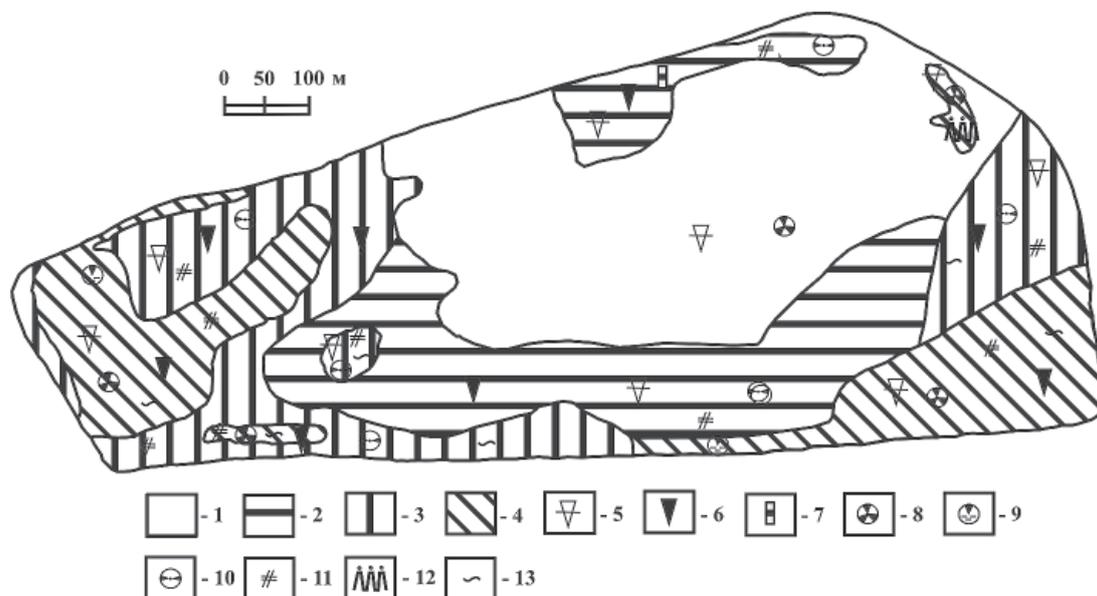


Рис. 2. Карта степени остроты состояния агроландшафтов и их пораженности криогенными процессами на массиве Меняйка (Табакинский научный стационар ИМЗ СО РАН, 2010 г.)

Условные обозначения:

- 1 – удовлетворительное; 2 – напряженное; 3 – критическое; 4 – кризисное; 5 – бедственное;
 6 – ПЖЛ мощностью до 10 м; земляная жила; 8 – подземные пустоты; 9 – термокарстовые просадки; 10 – просадки смешанного происхождения; 11 – морозобойные трещины;
 12 – термокарстово-эрозионные образования; 13 – западинно-бугристый микрорельеф

Выводы

Опасные геокриологические процессы приводят к коренному изменению мерзлотного и вещественно-грунтового состава, строения и свойств деятельного слоя пород ледового комплекса и деградации сельскохозяйственных ландшафтов с образованием термопросадочного полигонально-бугристого микрорельефа.

Выявлена преддеградационная ситуация в верхнем горизонте пород ледового комплекса в агроландшафтах – (до 10-15 м глубины) с потерей ресурсов холода и объемов подземного льда (от 5 до 50%) при повышении их средней годовой температуры от 0,5 до 2,0 °С и оттаивании ММП мощностью от 0,5 до 3,7 м за последние три десятилетия при нынешнем потеплении клима-

та. При этом наименьшей устойчивостью к различным видам техногенного воздействия обладают высокотемпературные мерзлые породы ($-0,5 \dots -1,5$ °C) с мощными ПЖЛ на межлассных ландшафтах.

Выявлена относительно слабая реакция деятельного слоя почвогрунтов и верхнего горизонта пород ЛК на естественных ландшафтах на современное изменение климата.

Мерзлотные земли являются главной стратегической основой для развития сельского хозяйства и улучшения благосостояния населения Арктики, Субарктики и Севера. Необходимо учитывать, что поверхностный слой многолетнемерзлых пород является средой для развития наземных экосистем и криогенных ландшафтов, социально-экономических коммуникаций общества и поэтому имеет наибольшую значимость для изучения.

Список литературы

1. Босиков Н.П. Влияние антропогенных факторов на интенсивность криогенных процессов // Использование и охрана сельскохозяйственных ресурсов Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – С. 11-17.
2. Гаврильев П.П. Термопросадки и деформации поверхности поля при мелиорации долины р.Амги // Криогидрологические исследования. – Якутск: Изд-во ИМ СО АН СССР, 1985. – С. 148-161.
3. Гаврильев П.П. О развитии криогенных процессов и устойчивости агроземель в Якутии // Закономерности развития и дифференциации мерзлотных ландшафтов / Под ред. Н.П.Босикова, А.Н.Федорова. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 1993. – С. 98-110.
4. Гаврильев П.П., Угаров И.С., Ефремов П.В. Мерзлотно-экологические особенности таежных агроландшафтов Центральной Якутии. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2001. – 196 с.
5. Гаврильев П.П., Угаров И.С., Ефремов П.В., Иванова Р.Н. Мерзлотно-экологический мониторинг агроземель в Центральной Якутии // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1(4). – С. 998.
6. Методические рекомендации по стационарному изучению криогенных физико-геологических процессов / под редакцией С.Е. Гречищева, В.Л. Невечери. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1979. – 72 с.
7. Павлов А.В. Энергообмен в ландшафтной сфере Земли. – Новосибирск: Наука, 1984. – 256 с.
8. Угаров И.С., Мандаров А.А. Орошение дождеванием кормовых культур в Центральной Якутии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2000. – 127 с.
9. Фельдман Г.М. Термокарст и вечная мерзлота. – Новосибирск: Наука, 1984. – 254 с.
10. Федоров А.Н., Варламов С.П., Ботулу Т.А. Мерзлотные ландшафты Якутии. – Новосибирск: Наука, 1989. – 170 с.