УДК 551.345:991.52

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНО-ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ ПОСЛЕ СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

[1,7]Федоров А.Н., [2]Ивахана Г., [1]Константинов П.Я., [3]Мачимура Т., [1]Аргунов Р.Н., [1]Ефремов П.В., [4]Лопез Л.М., [5]Такакай Ф., [6]Петров М.И.

[1]Институт мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, Якутск, e-mail: fedorov@mpi.ysn.ru;
[2]Международный исследовательский центр Арктики, университет Аляски, Фэрбенкс;
[3]Университет Осака, Сюита, Осака;
[4]Университет Ямагата, Цуруока;
[5]Университет префектуры Акита, Акита;
[6]Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова, Якутск;
[7]МНОЦ BEST, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова, Якутск

В последние два десятилетия происходит существенное изменение криогенных ландшафтов в связи с современным потеплением климата и антропогенными нарушениями. Нами были проведены наблюдения за динамикой криогенных ландшафтов после сплошной вырубки в 2000 г. на стационаре «Нелегер» близ г. Якутска в Центральной Якутии, в 35 км к северо-западу от г.Якутска. В состав наблюдений входили наблюдения за температурой и протаиванием грунтов, изменением влажности деятельного слоя, темпы движений поверхности и изменение ландшафтно-экологического состояния окружающей среды. По реакции многолетнемерзлых пород нами выделены 4 этапа развития в начальный период сукцессии ландшафтов.

Ключевые слова: вырубка, температура грунтов, глубина протаивания, просадки, Центральная Якутия

VARIABILITY OF PERMAFROST AND LANDSCAPE CONDITIONS FOLLOWING CLEAR CUTTING IN CENTRAL YAKUTIA

[1,7]Fedorov A.N., [2]Iwahana G., [1]Konstantinov P.Y., [3]Machimura T., [1]Argunov R.N., [1]Efremov P.V., [4]Lopez L.M., [5]Takakai F., [6]Petrov M.I.

[1]Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, e-mail: fedorov@mpi.ysn.ru;;
[2]International Research Arctic Centre, University of Alaska, Fairbanks;
[3] Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka;
[4]Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka;
[5]Akita Prefectural University, Akita;
[6]North-East Federal University, Yakutsk;
[7]International Centres BEST, North-East Federal University, Yakutsk

Significant changes in permafrost landscapes have been observed over the last two decades due to climate warming and human activity. By authors has been conducting monitoring observations on the dynamics of permafrost landscapes at the Neleger site located 35 km north-west of Yakutsk in Central Yakutia. Observations include ground temperature, thaw depth, active-layer moisture variation, surface movement rates, and landscape-ecological changes. The period of observation has been subdivided into 4 stages in early period of landscapes succession.

Keywords: deforestation, soil temperature, depth of thawing, subsidence, Central Yakutia

О деградации многолетнемерзлых пород при удалении лесного покрова в было изучено достаточно много [8, 7 и другие], о восстановлении мерзлотных условий в Якутии после вырубок и пожаров лиственничных лесов приводили А.Ф.Федоров [5] и А.И. Сташенко [6]. В свое время экспериментальные исследования после нарушений проводились Институтом биологии ЯФ СО АН СССР в Жиганском и Олекминском районах Якутской АССР [4].

Нами начальные стадии сукцессий после сплошной вырубки изучались на стационаре «Нелегер» (62º 19′с.ш., 129º 30′в.д.), который находится в 35 км к север-северо-западу от г. Якутска, на междуречье рр. Кенкеме и Лена. Территория, прилегающая к стационару «Нелегер», в региональном плане относится к Лено-Амгинской аласной провинции Средней Сибири [2], которая отличается развитием бореальных среднетаежных, преимущественно лиственничных лесов и аласного рельефа.

Климат района резко континентальный. Средняя годовая температура воздуха по данным метеостанции Якутск составляет -10,2°С, января -42,6°С, июля 18,7°С [3]. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 76 дней. Количество осадков за год – 234 мм, за теплый период – 158 мм.

В почвенном покрове преобладают мерзлотные таежные палевые почвы. Зональным типом растительности является

брусничная лиственничная тайга. Более половины территории представляют разновозрастные сукцессии после вырубок и пожаров.

Основной особенностью природной среды является наличие многолетнемерзлых горных пород большой мощности. В районе стационара «Нелегер» мощность мерзлых пород оценивается в 400-450 м. Температура горных пород на подошве слоя годовых колебаний в среднем варьирует от –2 до –3 °С. В верхней части многолетнемерзлые горные породы содержат подземные льды различных типов. В зависимости от литологических условий содержание льда в грунте варьирует от 10 до 60 %.

Для изучения влияния сплошной вырубки на мерзлотно-ландшафтные условия нами специально была организована экспериментальная площадка. Наблюдения на этом участке были начаты в 1998 г., с 1999 г. стали проводиться детальные исследования, а в ноябре-декабре 2000 г. участок площадью 140 на 70 м был вырублен полностью и был очищен от древостоя. В качестве контроля использовали площадку с нетронутым коренным лиственничным лесом лимнасово-брусничным.

Методика наблюдений. Температура грунта измерялась в специально оборудованных скважинах глубиной до 3,2 м, с засыпанным стволом скважины, чтобы устранить турбулентный воздухообмен. Измерения проводились с помощью как кос с термисторами ММТ-1 два раза в месяц в летнее время и раз в месяц в зимнее время. Точность измерения составляет ± 0,1 °С. Отбор проб на влажность грунтов деятельного слоя брался на разных глубинах через каждые 10 см почвенным буром. Глубина сезонного протаивания измерялась в пластмассовых трубках, заполненных водой, приближенных к мерзлотомеру Данилина [1] два раза в месяц в течение летнего сезона. Просадки поверхности измерялись нивелировкой на специальной трансекте 40 на 15 м, по сетке шагом 5 м, измерения проводились в конце сезона протаивания, до начала промерзания поверхности.

Результаты. До вырубки, в 1998-2000 гг., отклонения годовых осадков составили +6 мм от средней многолетней нормы по метеостанции Якутск 234 мм, 2001-2004 гг. характеризовались как относительно сухие (-33 мм), 2005-2008 гг. были влажными (+49 мм), последние четыре года – 2009-2012 гг. были относительно сухие (–20 мм).

По температуре воздуха, при многолетней норме средней годовой температуры воздуха в г. Якутске равной –10,2 °С, предваряющие 4 года до вырубки характеризовались средней годовой температурой –8,8 °С, после нарушения с 2001 по 2004 гг. – средним годовым значением –8,5 °С, 2005-2008 гг. – –7,7 °С, а последние четыре года (2009-2012 гг.) – –7,6 °С.

Температура грунтов. Межгодовая изменчивость отклонений средней годовой температуры грунтов на глубине 3,2 м в коренном лиственничном лесу лимнасово-брусничном принималась в качестве контрольного. За 1998-2012 гг. среднее значение температуры грунтов составило –2,1°С. В ненарушенных условиях 2001-2005 гг. характеризовались как холодные (отклонения от средней многолетней температуры составили –0,8…–1,3 °С), а на вырубке за этот период температуры грунтов были выше на 0,3-0,7 °С по сравнению с ненарушенным участком. Естественное потепление грунтов отмечалось в 2006-2009 гг. – в ненарушенных условиях отклонение от среднего многолетнего значения составило +1,1…+1,3 °С. В этот период на вырубке температура грунтов была выше на +0,2…+0,3 °С, чем в контрольном участке. В 2010-2012 гг. на контрольном участке температура была на уровне нормы, а на вырубке температура грунтов была на 0,3-0,8 °С выше значений на контрольном участке.

Глубина сезонного протаивания. За 1998-2012 гг. среднее значение глубины сезонного протаивания в коренном лиственничнике лимнасово-брусничном составило 121 см. До вырубки (1998-2000 гг.) ее значение было практически одинаковой. В 2001-2006 гг. глубина сезонного протаивания здесь была ниже среднего значения на 10-21 см, в то время как вырубка вызвала ее увеличение на 11-17 см по сравнении с контролем. Максимальное увеличение глубины сезонного протаивания на вырубке достигло в 2006-2008 гг. от +31…+46 см по сравнении со значениями на контроле. В 2009-2012 гг. в контрольном участке глубина сезонного протаивания держалась на уровне +5…+12 см от среднего значения, а на вырубке было на 4-8 см больше, чем на контроле.

Влажность грунтов деятельного слоя. Средняя влажность деятельного слоя на ненарушенном участке за годы наблюдений составила 19,8 %. Естественная динамика влажности грунтов в коренном лиственничнике в 2001-2004 гг. характеризовалась в основном отрицательными отклонениями до –6 % от среднего значения, 2005-2008 гг. – положительными значениями около +6 %. В 2009-2012 гг. отмечались флуктуации около нормы. Влажность грунтов деятельного

слоя на вырубке в первые 4 года была выше контрольных значений на коренном лиственничнике на 8-9%. Однако, когда ландшафты Центральной Якутии в 2005-2008 гг. испытывали переувлажнение, влажность деятельного слоя на сплошной вырубке была почти такой же, как и на контрольном участке. Это, скорее всего, связано с увеличением продуктивности растительности и транспирации при восстановлении нарушенного участка. В 2009-2012 гг., влажность грунтов на вырубке была выше значения контрольного участка на 1-5%.

Просадки поверхности. В 2001-2004 гг. на вырубке средняя просадка поверхности по 36 точкам составила 4,8 см. Наиболее значимые просадки поверхности произошли 2005-2008 гг. – 14,6 см. В 2009-2012 гг. произошло замедление просадок до 1,8 см. Небольшое значение просадок в первые годы после вырубки (2000-2004 гг.) объясняется холодными условиями данного периода. Максимальные просадки 2005-2008 гг. были связаны с резким потеплением и увлажнением климата в Центральной Якутии. Для сравнения отметим, что за этот период на контрольном участке в лиственничном лесу лимнасово-брусничном движения поверхности составили в пределах ±1 см в 2000-2012 гг.

Заключение. Анализ изменения мерзлотно-ландшафтных условий после сплошной вырубки на участке «Нелегер» позволяет выделить четыре этапа развития в начальной стадии восстановления после нарушения за рассматриваемый период времени. Достаточно важным является первый этап до нарушения (1998-2000 гг.), который характеризовался относительно стабильным развитием на уровне средних многолетних норм всего комплекса по климату и мерзлотным условиям.

Второй этап (2001-2004 гг.), можно охарактеризовать как стрессовый. Наибольший эффект от нарушения проявился в увеличении влажности деятельного слоя более чем на 50% от средних значений на контрольном коренном лиственничнике за эти годы. Несмотря на понижение температуры грунтов в естественных условиях в этот период, мы зарегистрировали на вырубке просадки поверхности в среднем на 4,8 см.

Третий этап (2005-2008 гг.) совпал с фазой потепления и увлажнения в Центральной Якутии. Он вызвал резкие изменения в состоянии мерзлотных ландшафтов, создав критические условия для развития криогенных процессов. Просадки поверхности в этот период показывают максимальные значения – 14,6 см. На дренированных участках, где не отмечались просадки, интенсивно начинает произрастать береза.

Четвертый этап (2009-2012 гг.) – период относительной стабилизации. В этот период наблюдается понижение температуры грунтов, уменьшение глубины сезонного протаивания и существенное замедление темпов просадок поверхности. На участках, где не развиваются просадки, березовые поросли начинают быстро расти и образовывать заросли. В этих зарослях температура грунтов на глубине 3,2 м за этот период составляет уже –2,5 °С против –1,4 °С на открытых участках.

Список литературы

1. Константинов П.Я. Методика оборудования наблюдательных площадок для температурного мониторинга многолетнемерзлых грунтов (научно-справочное пособие). – Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 2009. – 68 с.

2. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР. Масштаб 1: 2 500 000 / Ред. П.И.Мельников. – М.: ГУГК, 1991. – 2 л.

3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 24. Кн. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 607 с.

4. Тарабукина В.Г., Саввинов Д.Д. Влияние пожаров на мерзлотные почвы. – Новосибирск: Наука, 1990. – 120 с.

5. Сташенко А.И. Изучение преобразований геокриологических условий при освоении лесных природных комплексов на юге Центральной Якутии // Криогенные физико-геологические процессы и методы изучения их развития. – М.,1987. – С.93-100.

6. Федоров А.Н. Роль вырубок в развитии мерзлотных ландшафтов в Центральной Якутии // Региональные и инженерные геокриологические исследования Якутии. – Якутск: Институт мерзлотоведения АН СССР, 1985. – С.111-117.

7. Jin H., Yu Q., Lu L., Guo D., He R., Yu S., Sun G. and Li Y. 2007. Degradation of Permafrost in the Xing'anling Mountains, Northeastern China. Permafrost and Periglac. Process. 18: 245-258.

8. Jorgenson M.T., Racine C.H., Walters J.C. and Osterkamp T.E. 2001. Permafrost degradation and ecological changes associated with a warming climate in Central Alaska. Climatic Change 48: 551–579.