

УДК 574.4 : 502.3

***С.А. Шавнин, И.А. Юсупов, Е.П. Артемьева, Д.Ю. Голиков***

Шавнин Сергей Александрович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Томский государственный университет, доктор биологических наук, профессор кафедры прикладной физики и биофизики Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 150 печатных работ в области физиологии древесных растений, экологического мониторинга и оценки устойчивости лесных экосистем к действию агропромышленных загрязнений.



Юсупов Ирек Азатович родился в 1964 г., окончил в 1991 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ООО «Сибирский научно-исследовательский и проектный институт рационального природопользования». Имеет более 40 печатных работ в области оценки состояния лесов и повышения их устойчивости в промышленных районах.



Артемьева Елена Петровна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Уральский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии конструкционных материалов и химии Уральского государственного университета путей сообщения. Имеет около 20 печатных работ в области ботаники, физиологии и интродукции растений, биохимической коррозии.



Голиков Дмитрий Юрьевич родился в 1975 г., окончил в 1997 г. Уральский государственный педагогический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры прикладной физики и биофизики Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 20 печатных работ в области экологического мониторинга и оценки устойчивости лесных экосистем к действию антропогенных факторов.

**ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ  
НА ФОРМИРОВАНИЕ НАЗЕМНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ВБЛИЗИ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА**

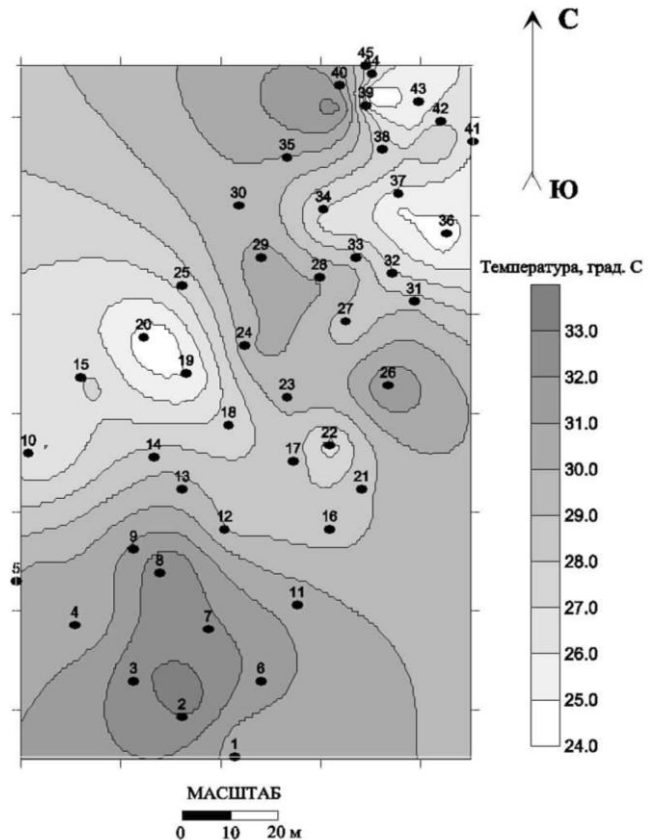
В качестве модели влияния глобального потепления климата на лесные экосистемы изучено изменение растительности в различных зонах теплового поля вокруг газового факела. Установлено, что повышение температуры среды в условиях подзоны северной тайги может приводить к изменению ряда параметров начальных этапов формирования растительного сообщества.

*Ключевые слова:* температура среды, изменение лесной растительности.

Одним из признаков глобальных изменений климата является повышение среднегодовой температуры. До настоящего времени не было серьезных экспериментальных исследований влияния этого повышения на лесные экосистемы, что связано с невозможностью проведения работ в короткие сроки и большими затратами на выполнение подобных исследований в контролируемых условиях климатических камер. Перечисленные препятствия могут быть преодолены при использовании в качестве модельных систем участков леса вокруг факелов, в которых сжигается попутный газ. Исследования химического и теплового загрязнений среды при работе факела в условиях Ханты-Мансийского автономного округа показали, что на удалении до 500 м уровень загрязнения воздуха оксидами азота и серы относительно стабилен [3]. Поэтому фактором, определяющим реакцию растительности на различном удалении от факела, можно считать тепловое излучение.

Цель наших исследований – выявление особенностей изменения растительности в различных зонах теплового поля вокруг факела на основе изучения геоботанических параметров. Объектом исследований служила наземная растительность на постоянной пробной площади (ППП) 17М/00, расположенной на территории Покачевского нефтяного месторождения (ХМАО, Мегионский лесхоз, Покачевское лесничество). ППП расположена в 70 м от газового факела ДНС-4, запущенного в 1991 г. [3]. Предварительно была проведена минерализация почвы путем сгребания деревьев и верхнего почвенного слоя бульдозером, после чего на данном участке началось естественное лесовосстановление. Коренной древостой непосредственно прилегает к границам исследованного участка. ППП была разделена на семь секций, расположенных на разном расстоянии от факела (см. рисунок). Геоботаническое описание растительности включало изучение видового разнообразия, а также обилия, проективного покрытия и средней высоты растений травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов [4, 6, 7]. Систематический статус сосудистых растений приведен согласно

Карта-схема температуры верхнего слоя почвы в середине дня на ППП 17М/00 (июль 2004 г.). Точки 6 – 10, 11 – 15, 16 – 20, 21 – 25, 26 – 30, 31 – 35, 36 – 40 – места измерений температуры на передних границах секций 1 – 7 соответственно. Факел расположен в 70 м к юго-западу от линии точек 6–10



С.К. Черепанову [9]. Для установления общности и различия по флористическому составу использовали индекс Чекановского – Сьеренсена [2, 5]. Тепловое поле факела изучали в июле 2004 г., измеряя температуру воздуха и верхнего слоя почвы в середине дня с помощью портативного электронного термометра (модель 02184, TERMOMETERFABRIKEN VIKING AB ESKILSTUNA, SWEDEN). Датчик температуры помещали на глубине 2 см от поверхности почвы. Измерение проводили в пяти точках, расположенных на границе каждой секции (см. рисунок) в пяти повторностях, а также вдоль линии, отстоящей от передней границы первой секции на 15 м в сторону факела (точки 1–5). Точность измерения  $\pm 0,2$  °С. Тепловую карту местности составляли с использованием пакета SURFER (WIN32) V.6.04. При статистической обработке данных использовали стандартные пакеты компьютерных программ.

Результаты измерений показывают, что с приближением к факелу температура верхнего слоя почвы на ППП увеличивается от 25 ... 26 до 31 ... 32 °С (см. рисунок). Мозаичность температурного поля в центральной части изучаемого участка связана с неоднородностью лесовосстановления. Следует отметить, что если перепад температуры почвы между секциями 1 и 7 составляет 5 ... 6 °С, то температура воздуха вследствие конвекции и

ветра различается существенно меньше (1,0 ... 1,5 °С). Таким образом, на ППП существует градиент температуры, обусловленный влиянием теплового излучения факела.

Коренной тип леса на ППП представляет собой сосняк лишайниковый [3, 8, 10]. Древесный ярус образован сосновыми молодняками (*Pinus sylvestris* L.) естественного происхождения 15–17-летнего возраста. Береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) и осина (*Populus tremula* L.) представлены единично. Лесовозобновление началось непосредственно после проведения минерализации. Четко выделяются травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы. Наличие последнего определяет низкую встречаемость (единично) подростов сосны, березы и осины в возрасте 2-3 года.

Травяно-кустарничковый ярус представлен пятью видами сосудистых растений: доминантом является брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), субдоминантами – черника (*Vaccinium myrtillus* L.), водяника (*Empetrum nigrum* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) и иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.).

Ярус мхов и лишайников представлен мхом (*Polytrichum juniperinum* Hedw.) и восемью видами эпигейных и эпиксильных лишайников. Доминирующим видом в этом ярусе является кладина звездчатая (*Cladina stellaris* (Opiz) Brodo), субдоминантами – кладина оленья (*Cladina rangiferina* (L.) Harm.) и мох.

Анализ отличий растительности разных секций показал, что при приближении к факелу увеличивается видовое разнообразие растений травяно-кустарничкового яруса (см. таблицу). На наиболее близких к факелу секциях 1-2 произрастает иван-чай. Встречаемость вейника и черники со-

ставляет 10 ... 30 %, что выше по сравнению с удаленными от факела секциями. В живом напочвенном покрове при приближении к факелу видовое разнообразие и встречаемость отдельных видов наземных лишайников ниже.

В секции 1 отчетливо выделяются четыре типа растительных ассоциаций:

- 1) вейниково-лишайниково-брусничная (*Vaccinium vitis-idaea* – *Cladina stellaris* + *Cladina rangiferina* + *Calamagrostis epigeios*);
- 2) бруснично-лишайниковая (*Cladina stellaris* + *Cladina rangiferina* – *Vaccinium vitis-idaea*);
- 3) бруснично-лишайниково-политриховая (*Polytrichum juniperinum* + *Cladina stellaris* + *Cladina rangiferina* – *Vaccinium vitis-idaea*);
- 4) водянико-политриховая (*Polytrichum juniperinum* – *Empetrum nigrum*).

Эти ассоциации разделены участками почвы без какой-либо растительности. На следующих секциях идет плавное взаимопроникновение или слияние всех ассоциаций, образующих единую бруснично-лишайниковую ассоциацию (*Cladina stellaris* + *Cladina rangiferina* – *Vaccinium vitis-idaea*), в разных частях которой доминируют отдельные виды.

Сравнение флористического состава семи секций с помощью коэффициента Чекановского – Сьеренсена показало, что между секциями существенных различий не наблюдается (индекс изменялся от 0,57 до 1,00).

При изучении средней высоты растений травяно-кустарничкового яруса обнаружены достоверные отличия по высоте между растениями доминирующего вида – брусники на секциях 1–3 и 4–6 ( $p < 0,05$ ). Наибольшей высоты они достигают на секциях, расположенных ближе к факелу (см. таблицу), что, видимо, связано с благоприятным влиянием повышенной температуры среды.

Согласно данным таблицы, по мере приближения к факелу мощность (средняя высота) лишайникового покрова уменьшается, а мохового – увеличивается ( $p < 0,05$ ), что может быть вызвано влиянием гидротермических факторов. Более высокая температура способствует ускорению сроков начала вегетации мхов за счет раннего схода снежного покрова. Благодаря этому на начальном этапе формирования растительности после минерализации почвы мхи оказались более конкурентоспособными по сравнению с лишайниками на секциях 1–3. На удаленных от факела секциях комплекс условий среды соответствует естественному фону и обеспечивает доминирование лишайников в живом напочвенном покрове. Известны многочисленные факты конкуренции между мхами и лишайниками, приводящей к вытеснению одних видов другими. При этом направление сукцессии зависит от возможных изменений внешней среды [1, 11].

Обилие отдельных видов брусники относительно постоянно на всех исследованных секциях – особой вида много, проективное покрытие невелико (сор<sub>3</sub> по Друде или 1 балл по Браун-Бланке). Наибольшее количество экземпляров вейника, водяники и черники встречается либо на первых секциях, либо на самых отдаленных от факела, что может быть связано с более качественной расчисткой крайних секций на этапе минерализации. Особи этих видов встречаются в небольшом количестве, рассеянно и имеют малое проективное покрытие (sr. по Друде или + по Браун-Бланке).

Проективное покрытие растений травяно-кустарничкового яруса первых трех секций, а также секции 7 составляет более 20 % (см. таблицу). Сравнение проективного покрытия доминирующего вида брусники показало, что отличие по данному признаку растений на секциях 1–3 и 4–6 достоверно ( $p < 0,05$ ). Наземная часть растений брусники, произрастающих вблизи факела, более развита, чем на последних секциях. Аналогичная закономерность отмечена у мха. Проективное покрытие лишайников при приближении к факелу уменьшается.

Таким образом, на примере изученного объекта установлено, что повышение температуры среды в условиях подзоны северной тайги может приводить к изменению ряда параметров начальных этапов формирования растительного сообщества. К наиболее важным из них относятся: распад единого бруснично-лишайникового покрова на отдельные растительные ассоциации; увеличение высоты и проективного покрытия брусники – доми-

нанта травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова; уменьшение мощности и проективного покрытия лишайников.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бязров, Л.Г.* Лишайники в экологическом мониторинге [Текст] / Л.Г. Бязров. – М.: Науч. мир, 2002. – 336 с.
2. География и мониторинг биоразнообразия [Текст] / Н.В. Лебедева, Д.А. Кривошук, Ю.Г. Пузаченко [и др.]. – М.: Изд-во НУЦ, 2002. – 432 с.
3. Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи [Текст] / С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, Н.Я. Крупинин [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2001. – Вып. 1. – 436 с.
4. Краткое руководство для геоботанических исследований [Текст] / отв. ред. В.Н. Сукачев, Е.М. Лавренко, И.В. Ларин. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 192 с.
5. *Песенко, Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях [Текст] / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
6. *Раменский, Л.Г.* Проблемы и методы изучения растительного покрова [Текст] / Л.Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
7. *Рябкова, К.А.* Определитель распространенных лишайников Урала [Текст] / К.А. Рябкова. – Екатеринбург: Изд-во УГПУ, 1994. – 81 с.
8. *Смолоногов, Е.П.* Комплексное районирование лесов Тюменской области [Текст] / Е.П. Смолоногов, А.М. Вегерин. – Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1980. – 88 с.
9. *Черепанов, С.К.* Сосудистые растения СССР [Текст] / С.К. Черепанов. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.
10. *Шиманюк, А.П.* Сосновые леса Сибири и Дальнего Востока (лесо-водственная характеристика) [Текст] / А.П. Шиманюк. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 187 с.
11. *Barkman, J.J.* Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes [Text] / J.J. Barkman. – Assen: van Gorcum, 1958. – 628 p.

*S.A. Shavnin, I.A. Yusupov, E.P. Artemjeva, D.Yu. Golikov*

#### **Influence of Environment Temperature Rise on Formation of Ground Vegetation near Smoke Jet**

Vegetation change in different thermal field zones round smoke jet has been studied as the model of global climate warming influence on forest ecosystems. It has been established that the environment temperature rise within northern taiga subzone may result in change of a number of initial parameters of phytocenosis formation.