

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ, ПОВРЕЖДЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА

кандидат сельскохозяйственных наук **Н. М. Дебков**

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»,

г. Томск, Российская Федерация

Эпоха глобализации сопровождается широкомасштабными инвазиями дендрофильных насекомых в лесные экосистемы по всему миру. Как правило, влияние инвайдеров на аборигенные виды приводит к негативным последствиям. Перспективные прогнозы развития ситуации с чужеродными видами не внушают оптимизма. В этой связи все большую актуальность приобретают исследования по изучению характера и степени трансформации природных экосистем под влиянием инвазивных организмов. В статье рассмотрен механизм инвазии уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. в леса с доминированием пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. на территории Томской области. Целью исследований являлась оценка структурных изменений пихтовых лесов Западной Сибири, поврежденных уссурийским полиграфом. Исследования проведены в южной части Томской области на постоянных пробных площадях. Объектами исследований являлись пихтачи папоротниковый и мелкотравно-зеленомошный. Изучение структуры пихтовых лесов проводилось по стандартным методикам. При оценке санитарного состояния использовалась специализированная шкала. Измерениям подвергались основные таксационные параметры древостоя и естественного возобновления. В результате исследований выявлено, что основное влияние инвайдера приходится на деревья, имеющие средний диаметр величиной до средней ступени толщины включительно. Следствием этого является увеличение средних значений высоты, возраста, диаметра древостоя. Также итогом прямого воздействия уссурийского полиграфа является уменьшение густоты древостоя на 34-37 %, а запаса – на 30 %. Не установлено существенного влияния инвайдера на изменение полноты и бонитета насаждения. Снижение сомкнутости крон привело к замещению типичного южнотаежного мелкотравья и мхов высокотравными группировками в окнах усыхания. Установлено, что деятельность уссурийского полиграфа может приводить к кратковременной смене пород в смешанных насаждениях, что наблюдается в пихтачах папоротниковых.

Ключевые слова: структура насаждений, естественное возобновление, напочвенный покров, инвазии ксилофагов, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb., уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf.

REGULARITIES OF CHANGES IN THE STRUCTURE OF FIR FORESTS DAMAGED AS A RESULT OF THE INVASION OF POLYGRAPHUS PROXIMUS

PhD (Agriculture) **N. M. Debkov**

Institute for Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the SB RAS, Tomsk, Russian Federation

The era of globalization is accompanied by large-scale invasions of dendrophilic insects into forest ecosystems around the world. As a rule, the impact of invaders on native species leads to negative consequences. Perspective forecasts of the development of the situation with alien species are not encouraging. In this regard, research on the nature and degree of transformation of natural ecosystems under the influence of invasive organisms is becoming increasingly important. The mechanism of invasion of *Polygraphus proximus* Blandf. in forests dominated by Siberian fir *Abies sibirica* Ledeb. on the territory of the Tomsk region is considered in the article. The aim of the research has been to evaluate structural changes in fir forests of Western Siberia damaged by *Polygraphus proximus*. Studies have been conducted in the southern part of the Tomsk region on permanent trial plots. The objects of research have been ferns and

small-grass-green-moss fir forests. The structure of fir forests has been studied using standard methods. When assessing the health status, a specialized scale has been used. The main taxation parameters of the stand and natural renewal have been measured. As a result of the research, it has been revealed that the main influence of the invader falls on trees having an average diameter up to an average step of thickness inclusive. A consequence of this is an increase in the mean values of height, age, and diameter of the stand. Also, the result of the direct impact of the *Polygraphus proximus* is a decrease in the density of the stand by 34-37%, and the reserve by 30%. There is no significant influence of the provider on the change in the completeness and bonitet of the plantation. Reducing the closeness of crowns has led to the replacement of typical southern taiga and moss with high-grass groupings in the windows of desiccation. It is established that the activity of *Polygraphus proximus* can lead to a short-term change of species in mixed plantations, which is observed in ferns.

Keywords: structure of stands, natural renewal, ground cover, xylophagous invasion, *Abies sibirica* Ledeb., *Polygraphus proximus* Blandf

Общепризнано, что изменения климатической системы планеты существенным образом влияют на структурно-функциональную организацию биоты. Особенно рельефно эта сопряженная трансформация проявляется во взаимодействии коренной древесной растительности и инвазивных организмов. Перспективные прогнозы в этом направлении не внушают оптимизма. Например, долгосрочное моделирование развития ситуации с инвайдерами на Североамериканском континенте до конца XXI века [9] предполагает исключительно негативное влияние на лесные экосистемы. Различаются только оценки скорости появления инвайдеров, которые по одним данным составляют 2,5 чужеродных вида в год [6], а по другим – 1,89 вида в год [11].

Одним из основных этапов оценки рисков воздействия инвазивных организмов, имеющим по сути базовое значение, является выявление экологических последствий инвазии. Обладая этими знаниями, легко разработать план по оптимизации ущерба и систему лесохозяйственных мероприятий.

Немаловажно понимать, что во многих лесных экосистемах лесообразующая роль некоторых видов деревьев определяет структуру лесов, а их видовые особенности управляют динамикой экосистемы. В лесах, в которых динамика контролируется одним или несколькими видами деревьев, даже единичный фактор воздействия может привести к разбалансировке экосистемы и утрате ею динамического равновесия. Особую обеспокоенность представляют бореальные леса с их невысоким ви-

довым разнообразием и подверженностью внешним возмущениям.

В целом исследований по оценке влияния инвайдеров на эколого-биологические особенности лесов, включая биологическое разнообразие, достаточно много [14]. Недостатком этих работ является отсутствие в них конкретной информации о характере и степени этого воздействия. В качестве исключения можно привести работу [1], где подробно рассмотрены экологические последствия инвазии уссурийского полиграфа в пихтовые леса Западной Сибири. Наша работа является продолжением и углублением этих исследований.

Целью исследования являлось изучение структурных изменений в пихтовых лесах под влиянием уссурийского полиграфа для прогнозирования их лесообразовательного процесса в Западносибирском регионе инвазии.

Материал и методы

В основу экспериментального материала положены данные, полученные с 2 постоянных пробных площадей (ППП), которые были заложены в 2010 году на территории Калтайского зоологического заказника и в смежных с ним эксплуатационных лесах Тимирязевского лесничества в Томской области. Уникальность этому материалу придает то, что ППП были заложены до начала массового размножения уссурийского полиграфа на данной территории, которое началось в 2011 году. При закладке ППП отмечались обильные смоляные натёки на стволах пихты, которые являются индикаторным признаком вторжения инвайдера в насаждение, но отсутствовало усыхание пихты.

Отвод, таксация и обработка данных ППП производились общеизвестными способами. При отводе пробных площадей соблюдались все условия, способствующие высокой достоверности полученных результатов. В связи с этим на всех ППП обеспечивалось наличие деревьев основного компонента древостоя в количестве не менее 200 штук. Таксация проведена способом сплошного перечёта древостоя с точностью до 1 мм с помощью металлической мерной вилки Haglof.

В дальнейшем, основываясь на данных перечётов, за пределами ППП были подобраны модельные деревья по методу пропорционально-ступенчатого представительства. При этом их исходное количество определено было в 30 штук на ППП, однако в зависимости от породного состава и строения древостоя по толщине реальное число моделей колебалось от 22 до 38 штук. Валка и раскряжёвка деревьев осуществлялась с помощью бензопилы марки STIHL MS 180. Объём стволов деревьев определялся по сложной формуле средних сечений (сложной формуле Губера).

В основу методического подхода к изучению процессов естественного возобновления положены указания А.В. Побединского [2]. Учётные площадки равномерно размещались по ППП в количестве 30 штук радиусом 1,78 м (10 м²). Перечёт подроста производился с определением породы, высоты, диаметра и жизненного состояния. Высота измерялась с помощью 10-метровой рулетки, диаметр – штангель-циркулем на высоте 0,25 м над уровнем корневой шейки у подроста высотой свыше 50 см, у мелкого подроста (высотой до 50 см) – на уровне корневой шейки.

Повторные исследования, выполненные в этих же насаждениях в 2017 году, включали оценку санитарного состояния древостоя по специальной шкале, разработанной в ИМКЭС СО РАН [3].

Статистическая обработка собранного материала осуществлялась стандартными методами в программе Microsoft Excel с вычислением среднего значения с ошибкой, точности, коэффициента вариации, дисперсии, а также эксцесса и асимметрии распределения деревьев по диаметру.

Результаты исследований и их обсуждение

Пихтач мелкотравно-зеленомошный и трансформация его распределения по диаметру. По данным перечета 2010 года, на ППП № 20 насчитывалось 262 дерева. К 2017 году густота древостоя увеличилась до 285 деревьев, т.е. на 9 %. При этом у всех пород, кроме пихты, сохранилась численность, сопоставимая с исходной величиной. У пихты же общее количество деревьев увеличилось с 186 до 206 экземпляров, однако из-за повреждения уссурийским полиграфом численность жизнеспособных деревьев снизилась до 108 экземпляров, что привело к падению густоты древостоя до 181 дерева, или на 37 %.

При первичном учете долевое участие пород в составе древостоя, рассчитанное по численности деревьев, составляло: пихта – 71,1 %, береза – 22,9 %, кедр – 3,0 %, ель – 1,9 %, осина – 1,1 %. При повторном перечете соотношение изменилось, и на пихту в данный момент приходится 59,6 %, березу – 31,5 %, кедр – 5,5 %, ель – 0,6 %, осину – 2,8 %. Т.е. увеличилась доля березы, осины и кедра, а ели и пихты – уменьшилась. Причина данного явления – в отпаде пихты в результате воздействия уссурийского полиграфа, а не в увеличении числа деревьев других лесообразователей.

Динамика распределения по диаметру (рис. 1) показала, что за 7 лет древостой, с одной стороны, «потолстел» (правая часть распределения) примерно на 1 ступень толщины, с другой – пополнился новыми деревьями (левая часть распределения). Деятельность уссурийского полиграфа не повлияла на правую часть распределения от 24 ступени толщины (средний диаметр насаждения составляет $18,6 \pm 0,5$ см, т.е. относится к ступени толщины 20), но существенно повлияла на левую часть распределения, изменив его из асимметричного и островершинного (коэффициент асимметрии $1,83 \pm 0,15$, эксцесс $1,73 \pm 0,30$) в более симметричное и пологое (коэффициент асимметрии $0,08 \pm 0,18$, эксцесс – $0,58 \pm 0,36$), приближающееся к нормальному распределению. При этом средний диаметр увеличился до $21,5 \pm 0,6$ см. Среднее квадратическое отклонение осталось прежним, но уменьшился коэффициент вариации с 40 до 35 %. Распределение по

диаметру пихтового элемента леса аналогично общей динамике, что подтверждает основной вклад в

данную трансформацию уссурийского полиграфа.

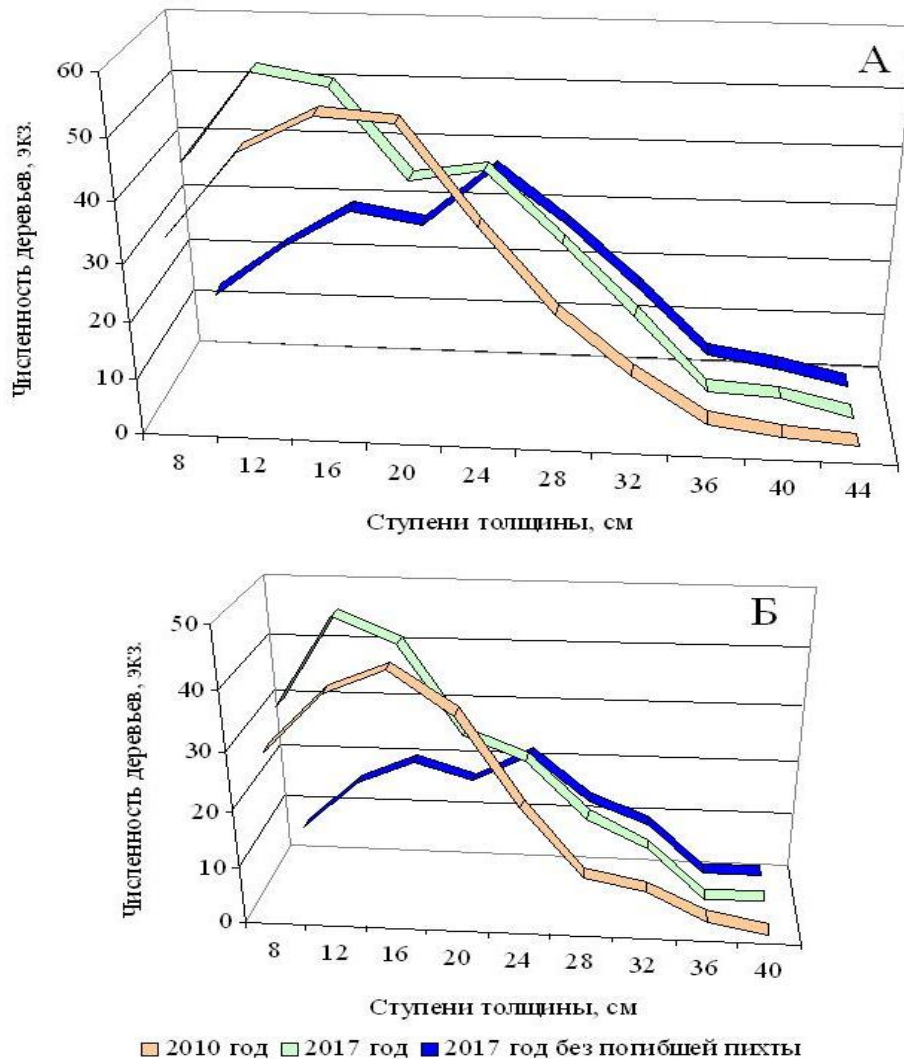


Рис. 1. Динамика распределения по диаметру деревьев всего древостоя (А) и пихтового элемента леса (Б) в пихтаче мелкотравно-зеленомошном

В составе естественного возобновления преобладает пихтовый подрост (80П8К8Е4Ос). Средние таксационные показатели его следующие: высота – $1,24 \pm 0,20$ м, диаметр – $1,36 \pm 0,15$ см, возраст – $15,5 \pm 1,6$ лет. Общее количество возобновления составляет $18,4 \pm 3,1$ тыс. шт./га, в том числе $9,6 \pm 1,6$ тыс. шт./га благонадежного подроста. Эти данные подтверждают ранее сделанные выводы о продолжении в перспективе доминирования пихты в составе сообществ, поврежденных уссурийским полиграфом.

Пихтач папоротниковый и трансформация его распределения по диаметру. По данным перечета 2010 года на ППП № 18 насчитывалось 278 деревьев. К 2017 году густота древостоя увеличилась до 351 дерева, т. е. на 26 %. При этом у всех пород, кроме пихты, численность увеличилась незначительно. У пихты же общее количество деревьев увеличилось с 106 до 163 экземпляров, однако из-за повреждения уссурийским полиграфом численность жизнеспособных деревьев снизилась до 54 экземпляров, что привело к падению густоты древостоя до 231 дерева, или на 34 %.

При первичном учете долевое участие пород в составе древостоя, рассчитанное по численности деревьев, составляло: пихта – 38,1 %, береза – 53,2 %, кедр – 0,7 %, ель – 7,9 %. При повторном пересчете соотношение изменилось, и на пихту в данный момент приходится 23,4 %, березу – 65,8 %, кедр – 1,7 %, ель – 9,1 %. Т.е. увеличилась доля березы, ели и кедра, а пихты – уменьшилась. Причина данного явления – в отпаде пихты в результате воздействия уссурийского полиграфа, а не в увеличении числа деревьев других лесообразователей.

Динамика распределения по диаметру (рис. 2) показала, что за 7 лет древостой, с одной стороны, «потолстел» (правая часть распределения) примерно на 1 ступень толщины, а с другой – пополнился новыми деревьями (левая часть распределения). Деятельность уссурийского полиграфа не повлияла на правую часть распределения от 20 ступени толщины (средний диаметр насаждения составляет $19,2 \pm 0,5$ см, т. е. относится к ступени толщины 20), но существенно повлияла на левую часть распределения, изменив его из асимметричного и островершинного (коэффициент асимметрии $1,72 \pm 0,15$, эксцесс $0,79 \pm 0,29$) в более симметричное и пологое (коэффициент асимметрии $-0,78 \pm 0,16$, эксцесс $0,79 \pm 0,32$), приближающееся к нормальному распределению. При этом средний диаметр увеличился до $21,5 \pm 0,5$ см. Среднее квадратическое отклонение осталось прежним, но уменьшился коэффициент вариации – с 40 до 38 %. Распределение по диаметру пихтового элемента леса аналогично общей динамике, что подтверждает основной вклад в данную трансформацию уссурийского полиграфа.

В составе естественного возобновления преобладает пихтовый подрост (59П41Е). Средние таксационные показатели его следующие: высота – $0,63 \pm 0,07$ м, диаметр – $0,92 \pm 0,10$ см, возраст – $10,1 \pm 1,1$ лет. Общее количество возобновления составляет $4,8 \pm 0,6$ тыс. шт./га, в том числе $3,6 \pm 0,5$ тыс. шт./га благонадежного подроста. Эти данные свидетельствуют о достаточном лесовозобновительном потенциале пихты для продолжения доминирования в составе сообществ.

Анализируя вышеприведенные закономерности, следует отметить, что наблюдается схожесть в трансформации распределения по диаметру насаждений разных типов леса. В связи с этим ниже дается обобщенная оценка изменения ряда других таксационных показателей насаждений на примере пихтача папоротникового.

Основным и наиболее важным показателем древостоя является запас стволовой древесины. В 2010 году запас пихтового элемента леса был $131 \text{ м}^3/\text{га}$. При повторном пересчете в 2017 году, с учетом пополнения новыми деревьями и прироста на имевшихся, он должен был составлять $186 \text{ м}^3/\text{га}$. Однако в результате влияния инвайдера запас остался на прежнем уровне ($131 \text{ м}^3/\text{га}$), т. е. потери стволовой древесины составили $55 \text{ м}^3/\text{га}$, или 30 %. Соотношение относительных величин потерь численности и продуктивности пихты также косвенным образом указывает на характер отпада в насаждении: густота пихты уменьшилась на 49 %, а запас древесины – на 30 %, т. е. погибали в основном деревья, имеющие объем ствола меньше средней величины.

Исходная полнота древостоя не претерпела значительных изменений, но снизилась сомкнутость крон, и появились в результате куртинного усыхания пихты окна в пологе. В перспективе в этих окнах должно произойти усиление ростовых процессов подроста, что, в свою очередь, увеличит разновозрастность пихты и насаждения в целом. Однако этот процесс может сильно растягиваться во времени, особенно при больших размерах окон (более средней высоты древесного яруса), где происходит существенная смена эдификаторов напочвенного покрова. Ранее были выявлены основные закономерности изменения напочвенного покрова в очагах массового размножения уссурийского полиграфа [5]. Они сводятся к замещению типичного мелкотравно-зеленомошного типа леса крупнотравными ассоциациями. В нашем случае также на ППП № 20 (мелкотравно-зеленомошный тип леса) заметны эти изменения в куртинах усыхания пихты. Однако в папоротниковом типе леса (ППП № 18), несмотря на большую его поврежденность, эти закономерности выражены не так рельефно,

особенно в местах с высоким проективным покрытием щитовника широкого *Dryopteris expansa*.

Средний возраст пихты при первоначальном учете был $84,7 \pm 1,6$ лет. Учитывая пополнение древесного яруса молодыми пихтами, к 2017 году он должен был снизиться до $79,6 \pm 1,5$ лет. При этом прогнозировалось увеличение коэффициента вариации с 19,8 % до 23,4 %, т. е. повышение разновозрастности пихтового элемента леса. Но в результате инвазии полиграфа средний возраст существенно увеличился до $97,5 \pm 2,5$ лет, а коэффициент вариации снизился до 18,5 %, т. е. древостой стал старше и однородней в плане возрастной структуры.

Средняя высота пихты при первоначальном учете составляла $20,3 \pm 0,4$ м. Учитывая пополнение древесного яруса молодыми пихтами, к 2017 году она должна была снизиться до $19,1 \pm 0,3$ м. При этом прогнозировалось увеличение коэффициента вариации с 18,0 % до 22,5 %, т. е. повышение разновысотности пихтового элемента леса. Но в результате инвазии полиграфа средняя высота существенно увеличилась – до $23,3 \pm 0,5$ м, а коэффициент вариации снизился до 16,1 %, т. е. древостой стал выше и однородней в плане высотной структуры.

Средний диаметр пихты при первоначальном учете был $21,2 \pm 0,7$ см. Учитывая пополнение древесного яруса молодыми пихтами, к 2017 году он должен был снизиться до $18,8 \pm 0,7$ см. При этом прогнозировалось увеличение коэффициента вариации с 34,1 % до 44,6 %, т. е. повышение растянутости распределения по диаметру пихтового элемента леса. Фактически в результате инвазии полиграфа средний диаметр существенно увеличился – до $27,6 \pm 1,2$ см, а коэффициент вариации снизился до 31,7 %, т. е. распределение по диаметру в древостое стало однородней и короче. Ввиду того, что средние показатели возраста и высоты пихты и насаждения в целом увеличились синхронно, то изменения класса бонитета не произошло.

Обсуждая полученные результаты с позиций системности, которая присуща биологическим объектам, включая лесные экосистемы, необходимо отметить, что в первом приближении потеря древесных видов или части их ценопопуляции изменяет локальную среду, от которой зависит множество других видов. Нарушаются основные экосистемные

процессы, включая скорости разложения, движение питательных веществ, поглощение углерода и поток энергии. Воздействие уссурийского полиграфа также носит системный характер и затрагивает все элементы насаждения. Зачастую воздействие чужеродных организмов на аборигенную биоту приводит к исключительно негативным последствиям, которые имеют очевидные, прямые и измеримые экономические последствия. В тех случаях, когда последствия являются серьезными и приводят к сокращению популяции древесных видов в той мере, в которой происходит опережающее изменение состава лесных сообществ, происходит деградация их лесообразующей роли. В частности, известен пример, когда под воздействием ржавчинного гриба *Cronartium ribicola* потеряла фитоценотическую значимость сосна веймутова *Pinus strobus* [13]. В нашем случае в мелкотравно-зеленомошном пихтаче, несмотря на достаточно длительное время пребывания в насаждении инвайдера, отмечено продолжение доминирования пихты в составе сообщества с сокращением ее обилия. В то же время папоротниковые пихтачи деградировали в значительной степени, и при таксации данные насаждения будут отнесены уже к мягколиственному хозяйству по березе.

Наиболее важным элементом насаждения является жизнеспособный подрост, наличие которого способно обеспечить непрерывный поток поколений. Воздействие инвайдеров может либо приводить к полному уничтожению молодых поколений, либо в значительной степени замедлять процесс их роста и развития до такой степени, что происходит смена эдификатора древесного яруса [12]. Наши данные свидетельствуют об осязаемом, но не предельном давлении уссурийского полиграфа на возобновительные процессы. Значимое воздействие оказывается на деревья второго яруса, которые начинают вращать в полог, и тонкомерную часть древесного яруса. Нередко отмечается практически полное уничтожение этих категорий деревьев, что однозначно можно расценивать как прерывание естественной динамики пихтовых лесов. Остается открытым только вопрос периодичности такого воздействия. Ведь на сегодняшний момент обеспеченность пихтовых лесов в зоне ин-

вазии удовлетворительная, и количественно-качественные параметры естественного возобновления позволяют делать оптимистические прогнозы

на продолжение доминирования пихты, в том числе в папоротниковых пихтачах, где прогнозируется кратковременная смена эдификатора на березу.

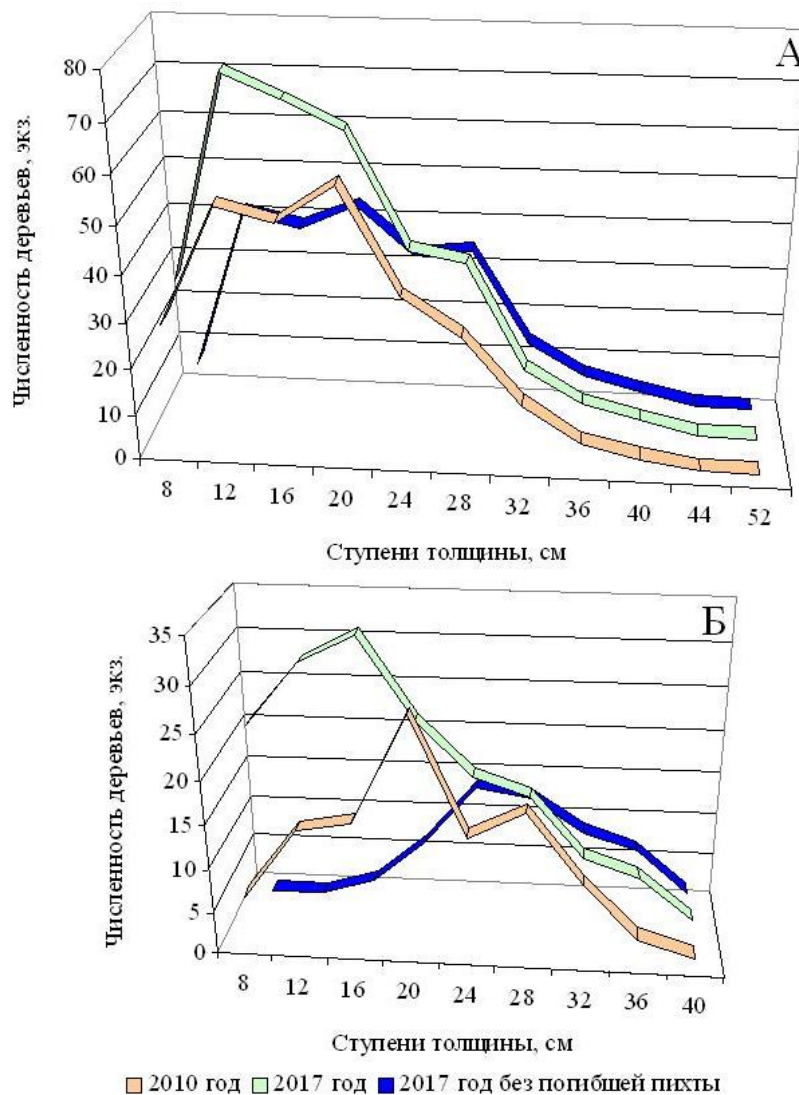


Рис. 2. Динамика распределения по диаметру деревьев всего древостоя (А) и пихтового элемента леса (Б) в пихтаче папоротниковом

Оценки влияния инвайдеров на структуру лесов различаются. Например, изучение влияния листогрызущего эндемичного вредителя *Scotorythra paludicola* на Тайване показало [8], что в результате всплеск массового размножения наблюдается снижение средней высоты лесного полога, которая, в свою очередь, видоизменяет структуру наземного углерода. Также ее воздействие приводит к гомогенизации древесного яруса. Характер влияния полиграфа иной. В результате его воздействия часть

средних таксационных показателей (высота, возраст, диаметр) увеличивается, в то время как продуктивность, сомкнутость крон и густота древостоя снижаются. Полнота и бонитет же не претерпевают серьезных изменений. Гомогенизация пихтового элемента леса по высоте, возрасту и диаметру имеет место быть, и это является одним из важнейших долговременных последствий для пихтовых лесов.

Изучение влияния короеда *Ips confusus* в лесах юго-запада США с доминированием *Pinus*

edulis показало [10], что первоочередное воздействие оказывается на крупные, преимущественно старовозрастные, деревья. Этот характер воздействия отличается от вышеописанного воздействия уссурийского полиграфа по отношению к пихте. На наш взгляд, объяснение заключается в том, что размеры у американского короеда (средняя длина взрослого жука составляет 3,0-5,5 мм [15]) больше по сравнению с полиграфом (средняя длина взрослого жука составляет 2,5-3,3 мм [4]). При этом надо учитывать, что сосна съедобная имеет сопоставимые таксационные показатели (высота 10-20 м, диаметр не более 80 см [7]) с пихтой сибирской. Также надо понимать, что насаждения были ослаблены сильной и продолжительной засухой.

Заключение

В результате проведенных исследований уточнены особенности влияния уссурийского полиграфа на структуру пихтовых лесов юго-востока Западной Сибири. Установлено, что трансформирующая роль инвайдера имеет свои закономерности, не зависящие от типологических особенностей насаждений. Общеизвестно, что пихтовые леса являются наиболее склонными к формированию разновозрастных фитоценозов с тенденцией постоянного или циклического пополнения древесного яруса. Аналогичные процессы отмечены и для исследованных насаждений. Воздействие уссурийского полиграфа привело в основном к гибели деревьев второго яруса и тонкомера верхнего полога. В итоге общая густота древостоя упала на 34-37 %, превысив показатель пополнения новыми деревьями (9-26 %). Это привело к снижению участия пихты в составе насаждения мелкотравно-зелено-

мошного типа леса с 7 до 6 единиц, папоротникового – с 4 до 2 единиц. Выявлено, что основное влияние инвайдера приходится на деревья, имеющие средний диаметр величиной до средней ступени толщины включительно. Это приводит к снижению коэффициента вариации (с 40 % до 35-38 %), что выражается, в том числе, в увеличении среднего диаметра насаждения и сжатию распределения по толщине.

Аналогичная динамика характерна для высотной и возрастной структур пихтового элемента леса. Ввиду того, что в первую очередь отпад формировала более тонкомерная часть древостоя, потери древесины составили 30 %. Менее всего изменилась полнота и бонитет насаждения. Снижение сомкнутости крон привело к замещению типичного южнотаежного мелкотравья и мхов высокотравными группировками в окнах усыхания. Установлено, что деятельность уссурийского полиграфа может приводить к кратковременной смене пород в смешанных насаждениях, что наблюдается в пихтачах папоротниковых.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-44-700782 р-а).

Автор выражает благодарность научным сотрудникам ИМКЭС СО РАН Э.М. Бисировой за помощь в сборе полевого материала и Н.А. Черновой в обсуждении темы трансформации почвенного покрова.

Библиографический список

1. Трансформация таёжных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири [Текст] / С. А. Кривец, Э. М. Бисирова, И. А. Керчев, Е. Н. Пац, Н. А. Чернова // Российский журнал биологических инвазий. – 2015. – № 1. – С. 41-63.
2. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов [Текст] / А. В. Побединский. – М., 1966. – 64 с.
3. Рекомендации по выявлению, обследованию и локализации очагов массового размножения уссурийского полиграфа в районах инвазии на территории Российской Федерации [Текст] / Ю. И. Гниненко [и др.]. – Пушкино, 2016. – 32 с.
4. Уссурийский полиграф в лесах Сибири: распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений [Текст] / С. А. Кривец [и др.]. – Томск – Красноярск, 2015. – 48 с.

5. Чернова, Н. А. Трансформация растительного покрова пихтовых лесов Томской области под влиянием уссурийского полиграфа [Текст] / Н. А. Чернова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 3. – № 2. – С. 271-277.
6. Historical accumulation of nonindigenous forest pests in the continental United States [Text] / J. E. Aukema [et al.] // BioScience. – Vol. 60. – Is. 11. – P. 886-897.
7. Axelrod, D. I. Evolution of the madro-tertiary geoflora [Text] / D. I. Axelrod // The Botanical Review. – 1958. – Vol. 24. – No. 7. – P. 433-509.
8. Balzotti, C. S. Episodic canopy structural transformations and biological invasion in a Hawaiian forest [Text] / C. S. Balzotti, G. P. Asner // Frontiers in Plant Science. – 2017. – Vol. 8. – Article № 1256.
9. Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: What can we predict? [Text] / J. S. Dukes [et al.] // Canadian Journal of Forest Research. – 2009. – Vol. 39(2). – P. 231-248.
10. Relationship of stand characteristics to drought-induced mortality in three Southwestern piñon-Juniper woodlands [Text] / M. L. Floyd [et al.] // Ecological Applications. – 2009. – Vol. 19(5). – P. 1223-1230.
11. Potential establishment of alien-invasive forest insect species in the United States: where and how many? [Text] / F. H. Koch [et al.] // Biological Invasions. – 2011. – Vol. 13. – Is. 4. – P. 969-985.
12. Broadleaf competition interferes with balsam fir regeneration following experimental removal of moose [Text] / B. McLaren [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2009. – Vol. 257. – Is. 5. – P. 1395-1404.
13. Ostry, M. E. Silvicultural approaches for management of eastern white pine to minimize impacts of damaging agents [Text] / M. E. Ostry, G. Laflamme, S. A. Katovich // Forest Pathology. – 2010. – Vol. 40. – P. 332-346.
14. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems [Text] / M. Vila [et al.] // Ecological Letters. – 2011. – Vol. 14. – P. 702-708.
15. Wood, S. L. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae) [Text] / S. L. Wood // Great Basin Naturalist Memoirs. – 1982. – Vol. 6. – P. 1-1359.

References

1. Krivets S. A., Bisirova E. M., Kerchev I. A., Pac E. N., Chernova N. A. Transformacija tajozhnyh jekosistem v ochage invazii poligrafa ussurijskogo *Polygraphus proximus* Blandford (Soleoptera: Curculionidae, Scolytinae) v Zapadnoj Sibiri [Transformation of taiga ecosystems in the western siberian invasion focus of four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)]. *Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij* [Russian Journal of Biological Invasions], 2015, Vol. 6, no. 2, pp. 94-108. (in Russian)
2. Pobedinskij A. V. *Izuchenie lesvosstanovitel'nyh processov* [The study of forest regeneration processes]. Moscow: Nauka, 1966. 64 p. (in Russian)
3. Gninenko Ju. I., Kljukin M. S., Chilahaeva E. A., Krivec S. A., Kerchev I. A., Bisirova Je. M., Baranchikov Ju. N., Pashenova N. V., Pet'ko V. M., Demidko D. A. *Rekomendacii po vyjaveniju, obsledovaniju i lokalizacii ochagov massovogo razmnozenija ussurijskogo poligrafa v rajonah invazii na territorii Rossijskoj Federacii* [Recommendations for identification, examination and localization of mass reproduction focus of four-eyed fir bark beetle in the districts of invasion in the territory of the Russian Federation]. Pushkino, 2016. 32 p. (in Russian)
4. Krivec S. A., Kerchev I. A., Bisirova Je. M., Pet'ko V. M., Pashenova N. V., Baranchikov Ju. N., Demidko D. A. *Ussurijskij poligraf v lesah Sibiri: rasprostranenie, biologija, jekologija, vyjavlenie i obsledovanie povrezhdennyh nasazhdenij* [Four-eyed fir bark beetle in Siberian forests (distribution, biology, ecology, detection and survey of damaged stands)]. Tomsk-Krasnojarsk, 2015. 48 p. (in Russian)
5. Chernova N. A. Transformacija rastitel'nogo pokrova pichtovyh lesov Tomskoj oblasti pod vlijaniem ussurijskogo poligrafa [Transformation of vegetation in Tomsk region siberian fir forests under the influence of

Polygraphus proximus Blandf]. *Interjekspos GEO-Sibir'-2012: Materialy IX Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa* [Interexpo-GEO-Sibir-2014: Proceedings of the International congress]. Novosibirsk, 2014, Vol. 3, no. 2, pp. 271-277. (in Russian)

6. Aukema J. E. [et al.] Historical accumulation of nonindigenous forest pests in the continental United States // *BioScience*. – Vol. 60. – Is. 11. – P. 886-897.

7. Axelrod, D. I. Evolution of the madro-tertiary geoflora // *The Botanical Review*. – 1958. – Vol. 24. – No. 7. – P. 433-509.

8. Balzotti C. S., Asner G. P. Episodic canopy structural transformations and biological invasion in a Hawaiian forest // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – Vol. 8. – Article № 1256.

9. Dukes J. S. [et al.] Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: What can we predict? // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2009. – Vol. 39(2). – P. 231-248.

10. Floyd M. L. [et al.] Relationship of stand characteristics to drought-induced mortality in three Southwestern piñon-Juniper woodlands // *Ecological Applications*. – 2009. – Vol. 19(5). – P. 1223-1230.

11. Koch F. H. [et al.] Potential establishment of alien-invasive forest insect species in the United States: where and how many? // *Biological Invasions*. – 2011. – Vol. 13. – Is. 4. – P. 969-985.

12. McLaren B. [et al.] Broadleaf competition interferes with balsam fir regeneration following experimental removal of moose // *Forest Ecology and Management*. – 2009. – Vol. 257. – Is. 5. – P. 1395-1404.

13. Ostry M. E., Laflamme G., Katovich S. A. Silvicultural approaches for management of eastern white pine to minimize impacts of damaging agents // *Forest Pathology*. – 2010. – Vol. 40. – P. 332-346.

14. Vila M. [et al.] Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems // *Ecological Letters*. – 2011. – Vol. 14. – P. 702-708.

15. Wood, S. L. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae) // *Great Basin Naturalist Memoirs*. – 1982. – Vol. 6. – P. 1-1359.

Сведения об авторе

Дебков Никита Михайлович – научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Томск, Российская Федерация; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

Information about the author

Debkov Nikita Mihailovich – researcher of the laboratory of monitoring of forest ecosystems «Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS», Ph.D. in Agricultural, Tomsk, Russian Federation; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

DOI: 10.12737/article_5ab0dfbb404d03.13737541

УДК 595.768.12

ЖУКИ-ЛИСТОЕДЫ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОРОНЕЖА

Аспирант **М. М. Каданцев**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

С апреля по август 2017 года проводилось исследование, целью которого было изучить представителей фитофагов семейства Chrysomelidae, использующих в трофических целях вегетативные части растений, произрастающих в коллекциях интродуцированных и культурных видов, выявить трофические связи жуков с потен-