

Влияние абиотических и биотических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого и сосны обыкновенной в очагах массового размножения первичных вредителей Оренбургской области

А.В. Борников, к.с.-х.н., Оренбургский ГАУ;
В.Р. Сагидуллин, аспирант, инженер-лесопатолог,
Центр защиты леса

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) является одним из наиболее растущих и долгоживущих деревьев на Южном Урале. Его радиальный прирост чувствителен к воздействию различных антропогенных, климатических и биотических факторов.

Анализ гидротермических условий, связанных с четырьмя последовательными вспышками массового размножения ЛОЭГ на юге Свердловской области, показал, что вспышки массового размножения летне-осенней экологической группы сопряжены с несколькими засушливыми позднелетними периодами за 3–4 года до вспышки и холодным весенним и влажным позднелетним годом непосредственно перед вспышкой [1]. Динамика годичного радиального прироста резистентных и толерантных деревьев более тесно связана с гидротермическими условиями текущего года, не толерантных – с гидротермическими условиями прошлого года [1]. В ряде работ показано, что параметры энтоморезистентности древостоев не

являются стабильными, а колеблются в широких пределах [2]. Древостои со средним уровнем реакции дефолиировались меньше, а с минимальной реакцией – незначительно. Эта особенность выявлена как у сосны обыкновенной, так и у берёзы повислой. Уровень реакции на фактор абиотического стресса в значительной степени детерминировался влажностью почв. Уровень снижения годичного радиального прироста хорошо коррелирует со степенью дефолиации насекомыми-фитофагами крон деревьев [2]. Повреждение листьев дуба непарным шелкопрядом на хребте Шайтан-Тау во время его массового размножения в 2002 и 2003 гг. привело к уменьшению радиального прироста и усыханию значительной части деревьев дуба. Одногодичное сильное повреждение листьев шелкопрядом привело к снижению радиального прироста в среднем в течение двух лет. Сильное повреждение в течение двух лет подряд вызвало уменьшение радиального прироста в среднем в течение трёх лет [3]. Отмечено, что существует синхронность радиального прироста ширины годичного кольца деревьев липы мелколистной гидротермическим режимам [4]. Результаты вычисления ширины годичного де-

ревьев липы с параметрами осадков позволили установить, что наиболее значимую роль в приросте годовых колец осадки играют в мае и июне. Но в целом зависимость липы мелколистной от осадков на исследованной территории незначительна [4]. Режимы основных экологических факторов – солнечной активности, температуры, увлажнённости – имеют циклический характер и вызывают синхронные колебания радиального прироста сосны обыкновенной [5]. Значительное уменьшение радиального прироста сосны вызывают аномально высокие температуры воздуха в вегетационный период, которые являются основным фактором возникновения засухи. В повторяемости засух и минимальных значений радиального прироста сосны наблюдаются циклы: 11-, 22-, 33-, 44-летний и др. Важную роль в динамике прироста сосны играют экотопические условия [5].

Материал и методы исследований. Исследования радиального прироста древостоев проводили на ВПП, заложенных на территории очагов массового размножения непарного шелкопряда (Абдулинское лесничество) и сосновых пилильщиков (Соль-Илецкое лесничество). Всего проанализировано 88 кернов по методике Д.В. Тишина [6].

Результаты исследований. Многообразие факторов естественного изменения климата делает актуальным применение метода дендрохронологии при изучении динамики прироста деревьев по годичным кольцам. В динамике прироста древесины зафиксирована изменчивость как влияния абиотических процессов, так и биотических отношений [7]. Как видно на рисунке 1, радиальный прирост дуба зависит от вспышек массового размножения непарного шелкопряда, при которых наблюдается полная дефолиация дуба.

Для выяснения значимости воздействия на радиальный прирост дуба каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов проведён однофакторный регрессионный анализ. При этом исходили из предположения, что зависимость прироста от рассматриваемого фактора описывается параболой третьего порядка:

$$Y = a_1 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X + a_4, \quad (1)$$

где Y – прирост сосны, мм;

$a_1 - a_4$ – константы уравнения;

X – значение того или иного фактора.

Применяя пошаговую* (с шагом вперед) регрессию (в программе JMP) с использованием пороговых значений p , получили следующий результат: $F(6; 1) = 3,172E + 8$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,999$. Все константы уравнения статистически значимы. Ещё один пошаговый регрессионный анализ заключается в том, что в модель включены все рассматриваемые независимые переменные (факторы) из предположения, что каждая независимая переменная действует на прирост дуба в текущем году. Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии составил: $F(3;6) = 10,8581$; $p = 0,0077$; $R^2 = 0,767$. ГТК в текущем году не оказывает влияния на радиальный прирост дуба черешчатого, на следующий год вероятность взаимосвязи существенно увеличивается, спустя два года зависимость радиального прироста дуба и ГТК отрицательная [8]. Причём существенным является именно ГТК августа, а не весенних месяцев [6]. По-видимому, сказывается достаточное увлажнение в начале периода вегетации в условиях Абдулинского лесничества (рис. 2–6).

Выявленная взаимосвязь солнечной активности и радиального прироста дуба прослеживается в течение текущего года, следующего года и через

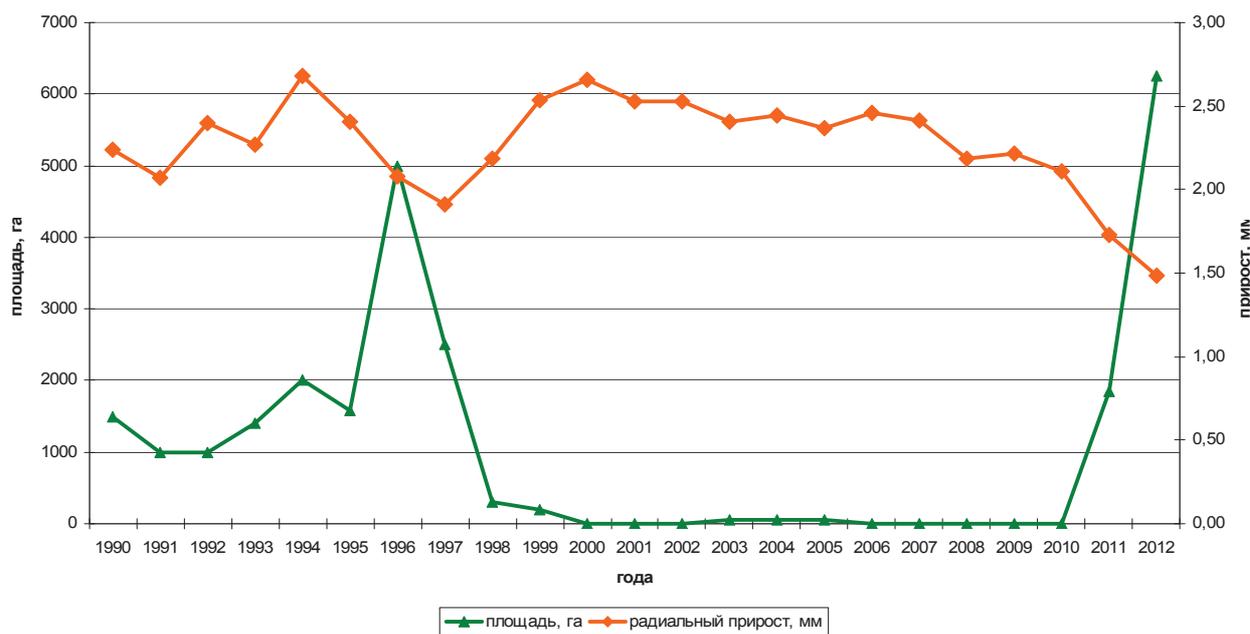


Рис. 1 – Динамика радиального прироста дуба черешчатого и площади массового размножения непарного шелкопряда в Абдулинском лесничестве

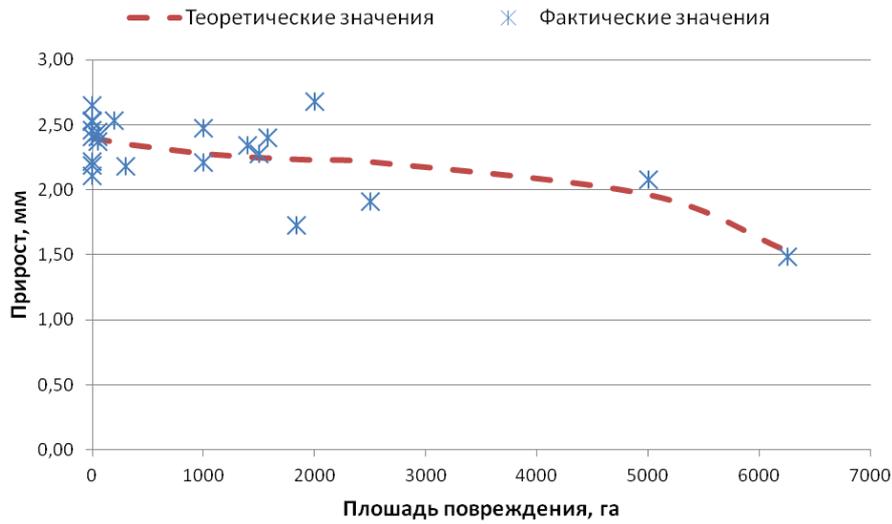


Рис. 2 – Влияние площади повреждения филофагами на прирост дуба. Здесь и далее: звёздочки – фактические значения, линия – теоретические значения прироста

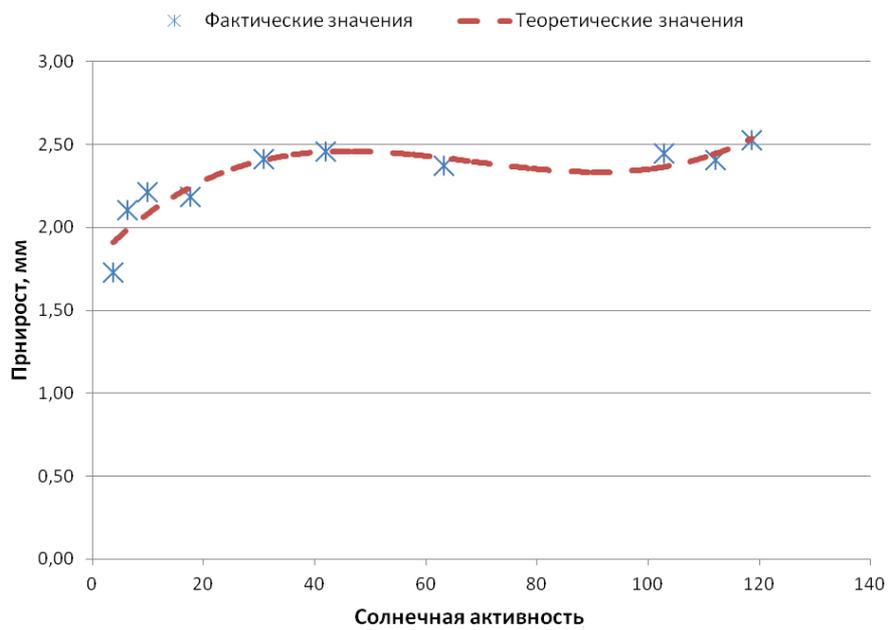


Рис. 3 – Влияние солнечной активности спустя два года на прирост дуба

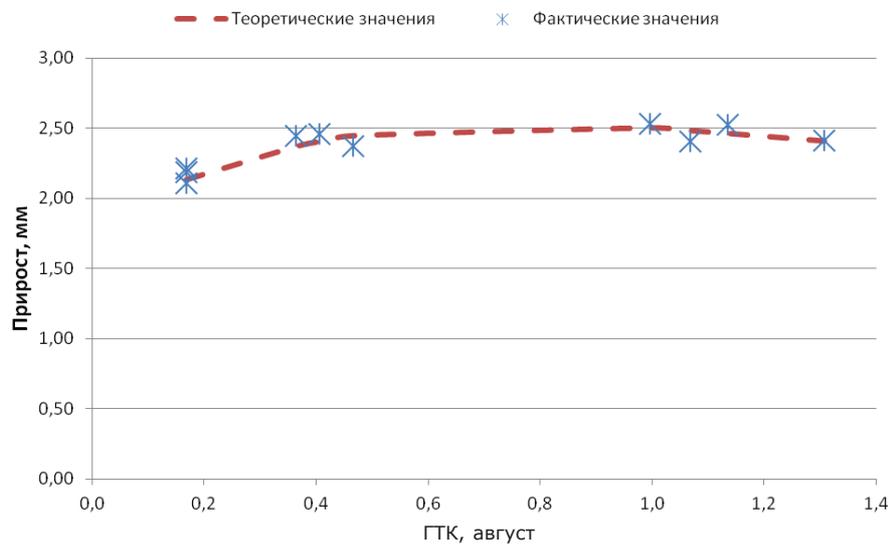


Рис. 4 – Влияние ГТК (гидротермического коэффициента) августа на прирост дуба спустя год

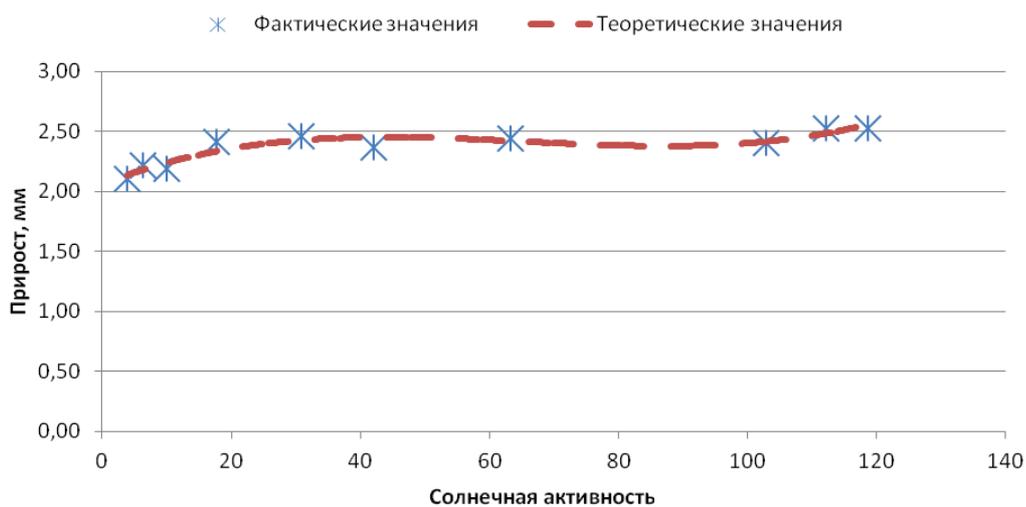


Рис. 5 – Влияние солнечной активности на прирост дуба спустя год

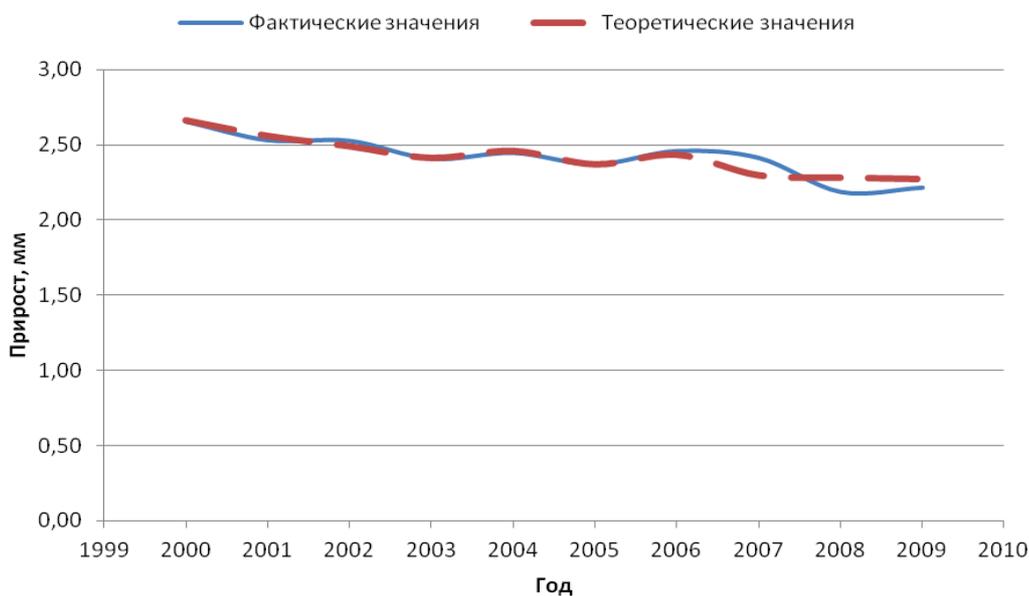


Рис. 6 – Влияние климатических факторов на прирост дуба

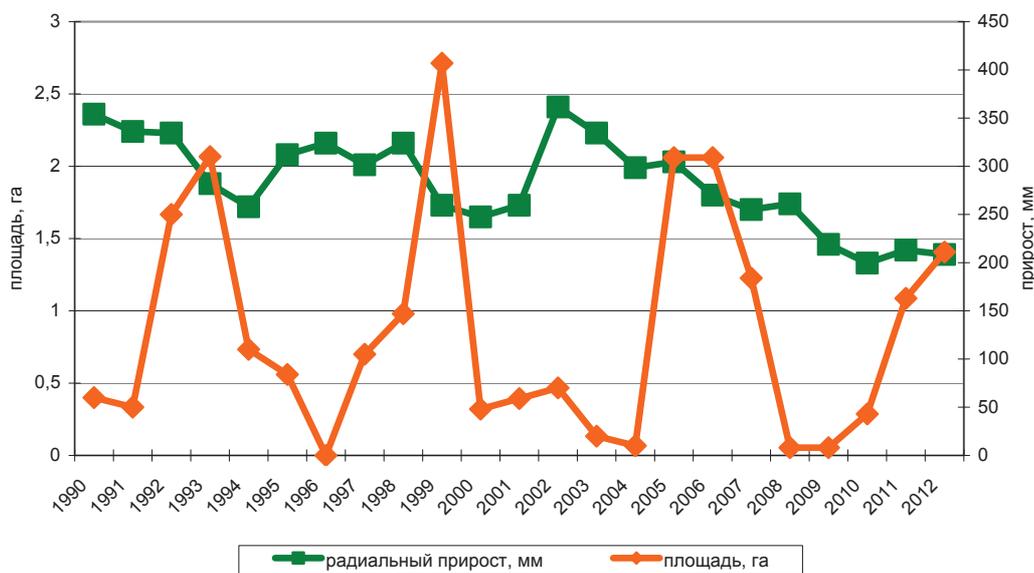


Рис. 7 – Динамика радиального прироста сосны обыкновенной и площади очагов массового размножения сосновых пилильщиков в Соль-Илецком лесничестве

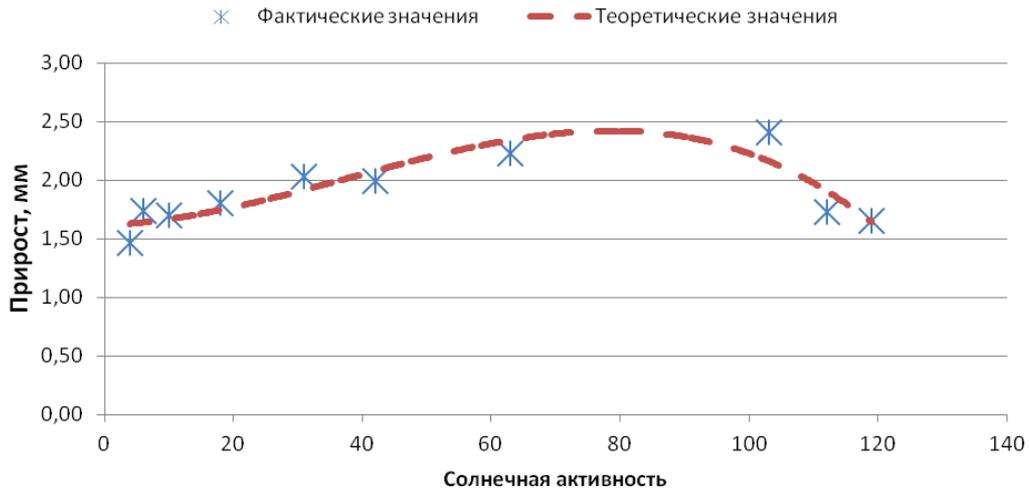


Рис. 8 – Влияние солнечной активности на прирост сосны

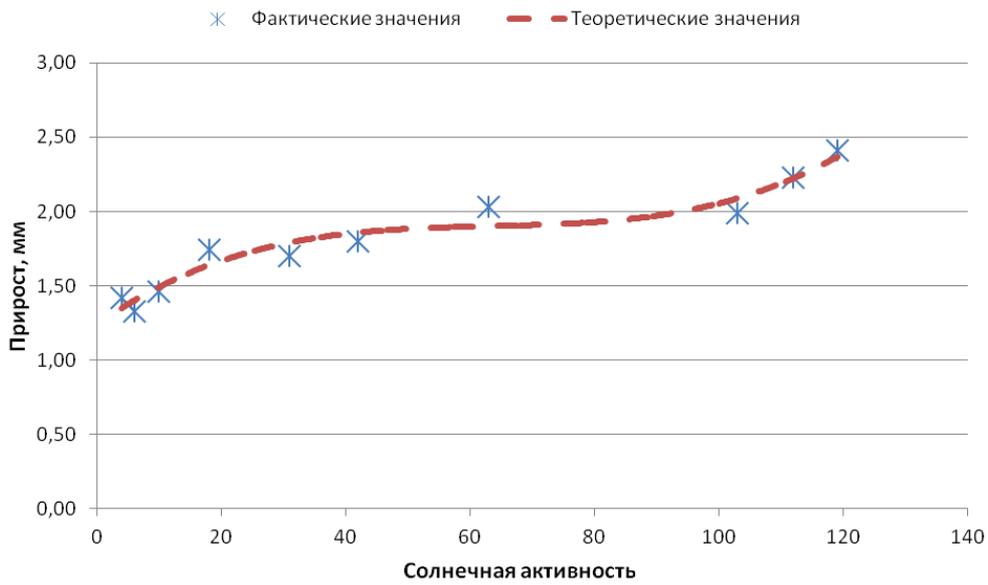


Рис. 9 – Влияние солнечной активности спустя два года на прирост сосны

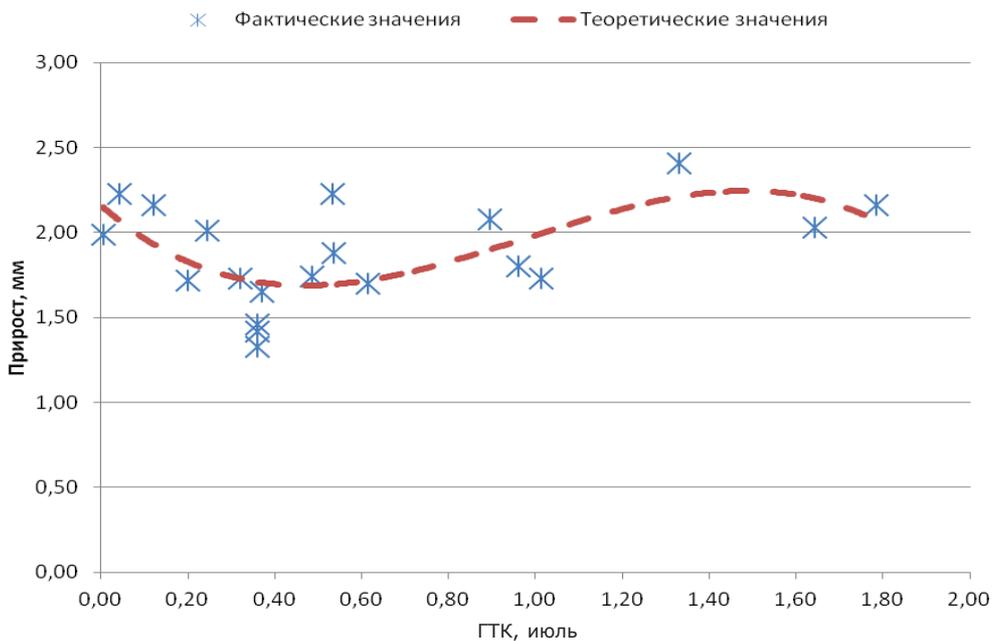


Рис. 10 – Влияние ГТК июля на прирост сосны спустя два года

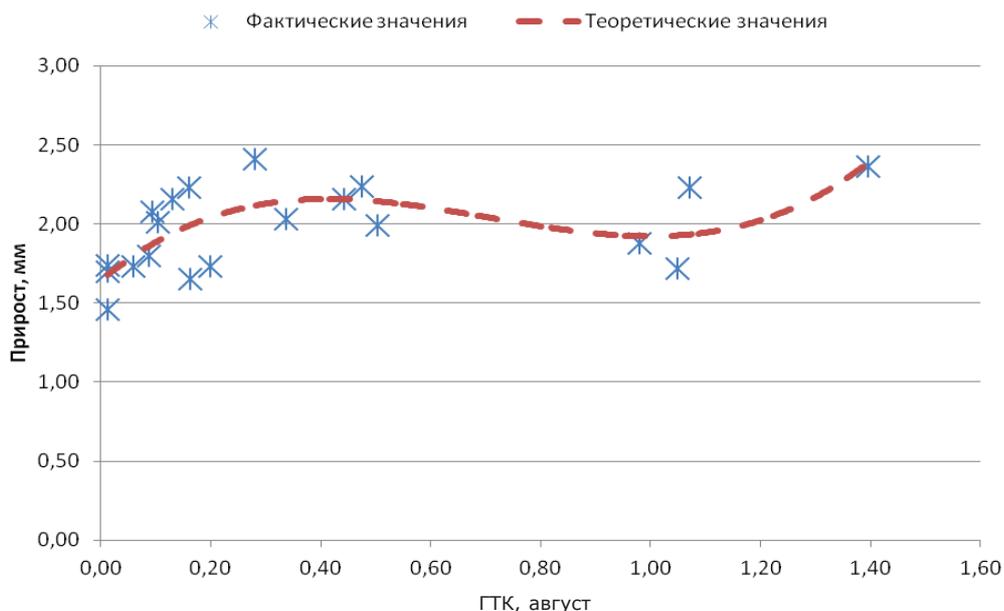


Рис. 11 – Влияние ГТК августа на прирост сосны

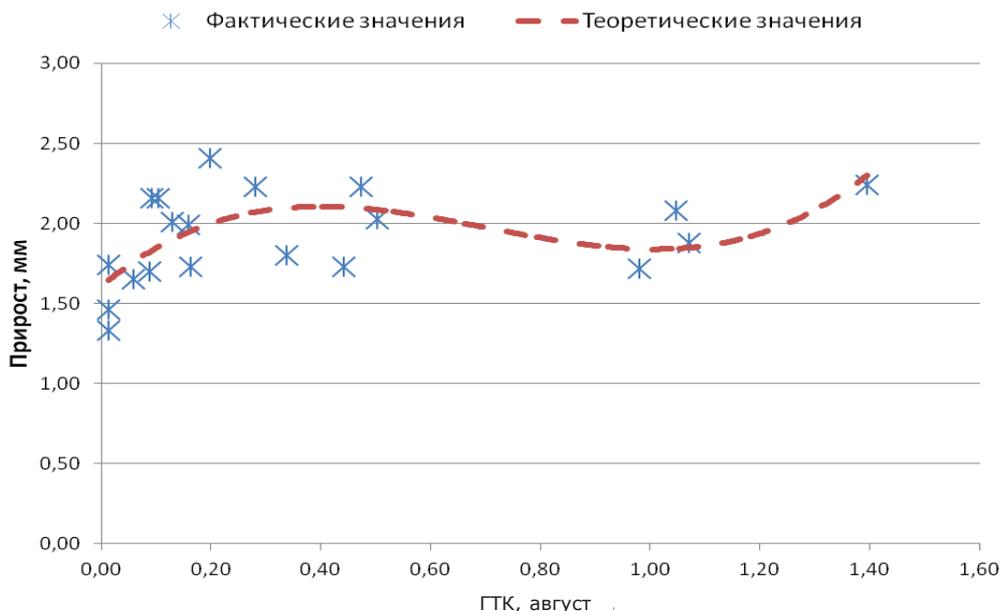


Рис. 12 – Влияние ГТК августа спустя год на прирост сосны

два года. В целом на радиальный прирост дуба влияют климатические и биотические факторы [9].

Важную роль в динамике прироста сосны играют экотопические условия. Многолетние циклические колебания режимов солнечной активности, температуры и осадков вызывают синхронные колебания радиального прироста сосны обыкновенной [5]. Как видно на рисунке 7, радиальный прирост сосны зависит от вспышек массового размножения сосновых пилильщиков, при которых наблюдается сильная дефолиация сосны. Для выяснения значимости воздействия на радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов проведён однофакторный регрессионный анализ.

Исходили из предположения, что зависимость прироста от рассматриваемого фактора описывается также параболой третьего порядка:

$$Y = a_1 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X + a_4 \quad (2)$$

где Y – прирост сосны, мм;
 a_1 – a_4 – константы уравнения;
 X – значение того или иного фактора.

Для многофакторного анализа были взяты независимые переменные, константы при которых оказались статистически значимыми. В результате расчётов модель оказалась статистически не значимой ($p > 0,05$); $F(9,8) = 1,7593$; $R^2 = 0,664$. Применяя пошаговую* (с шагом назад) регрессию (в программе JMP) с использованием пороговых значений p , получили следующую статистиче-

ски значимую модель: $F(3;16) = 3,633$; $p = 0,036$; $R^2 = 0,41$. Данная модель адекватно описывает влияние ГТК июля на прирост сосны спустя два года. В конечную модель включили все переменные (за исключением солнечной активности). Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии составил: $F(13;3) = 11,7093$; $p = 0,033$; $R^2 = 0,98$ (рис. 8–12).

Вывод. Доказано, что на радиальный прирост сосны обыкновенной влияет ГТК августа текущего и следующего года, ГТК июля спустя два года, а также частично ГТК июня спустя два года. Выявлено частичное влияние солнечной активности спустя два года. В целом на радиальный прирост сосны влияют климатические и биотические факторы.

Литература

1. Соколов С.Л. Устойчивость берёзовых лесов Урала к дефолиации насекомыми-фитофагами летне-осенней экологической группы и комплекс мероприятий по снижению отрицательных последствий: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2005. 20 с.
2. Колтунов Е.В., Пономарёв В.И., Федоренко С.И. Экология непарного шелкопряда в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. 214 с.
3. Кучеров С.Е. Динамика радиального прироста дуба черешчатого на хребте Шайтан-Тау после массового размножения непарного шелкопряда в 2002, 2003 гг. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 179–181.
4. Сорокин А.Д. Эколого-биологические особенности липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) в подзоне южной тайги Омской области: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Омск, 2006.
5. Тимофеев А.В. Динамика прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) под влиянием естественных и антропогенных факторов в условиях лесостепного Поволжья: дисс. ... канд. геогр. наук. СПб., 2003.
6. Тишин Д.В. Влияние природно-климатических факторов на радиальный прирост основных видов деревьев Среднего Поволжья: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Казань, 2006.
7. Симоненкова В.А. Лесопатологическое обследование лесов Южного Урала и Восточного Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 1. С. 79–82.
8. Симоненкова В.А. Экология и динамика численности листо- и хвоегрызущих вредителей Южного Урала // Известия оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1. С. 196–199.
9. Симоненкова В.А. Анализ возникновения и развития вспышек массового размножения основных листогрызущих вредителей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 242–244.