

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Ю.А. ИЗРАЭЛЯ»**

Семенов С.М., Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю.,
Кутузова К.М., Новикова Е.М.

**АТЛАС
КЛИМАТОГЕННЫХ УГРОЗ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ,
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЛЕСАМ
РОССИИ, СВЯЗАННЫХ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТИЧЕСКИХ
АРЕАЛОВ ВРЕДНОСНЫХ ВИДОВ**

Версия 1.0

Москва, 2026

УДК 504.38, 551.582, 551.583, 57.045, 632.7

ISBN: 978-5-6055264-1-4

Атлас климатогенных угроз здоровью населения, продовольственной безопасности и лесам России, связанных с изменениями климатических ареалов вредоносных видов. Версия 1.0. / Семенов С.М., Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю., Кутузова К.М., Новикова Е.М. – М.: ФГБУ «ИГКЭ», 2026 – 64 с.

В атласе рассматриваются восемь видов – клещей и насекомых, – которые наносят или же могут нанести в будущем существенный ущерб здоровью населения, продовольственной безопасности и лесам России. Для каждого из этих видов дается его краткое описание – указываются его современное распространение и характер ущерба, наносимого здоровью населения, сельскохозяйственным растениям или же лесам и паркам. Дается картографическое описание области пространства, в которой исходный климат 1990–1999 гг. допускал устойчивое существование популяций рассматриваемых видов, и средствами картографии показывается, как эта область будет меняться в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. Атлас представляет интерес для специалистов в области адаптации к изменениям климата, а также для климатологов и экологов широкого профиля.

Atlas of climate-related threats to public health, food security, and forests in Russia, related to changes in the climatic ranges of harmful species. Version 1.0 / Semenov S.M., Bogdanovich A.Yu., Dobrolyubov N.Yu., Kutuzova K.M., Novikova E.M. – М.: Federal State Budgetary Institution "Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology", 2026 – 64 p.

The atlas examines eight species of ticks and insects posing a current or potential threat to public health, food security and forests in Russia. For each species provided short description, including information about actual distribution and the nature of the damage caused to public health, agriculture of forests and parks. The series of maps show areas where the climate in 1990–1999 was favorable for the sustainable existence of populations of these species, and the change of these areas under the climate conditions of 2030-2039 and 2050-2059. This atlas is of interest to specialists in the field of adaptation to climate change, as well as to climatologists and ecologists.

© ФГБУ «ИГКЭ», 2026

© Коллектив авторов, 2026

Научный консультативный комитет (НКК) проекта:

Баранчиков Юрий Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лесной зоологии, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Малеев Виктор Васильевич, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, советник директора по научной работе, Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии», Роспотребнадзор.

Ревич Борис Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Фролов Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, руководитель лаборатории сельскохозяйственной энтомологии, главный научный сотрудник, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Содержание

Предисловие	5
Введение	7
Методология модельного описания и картирования климатических ареалов	8
Раздел 1. Здоровье населения: переносчики трансмиссивных заболеваний	13
<i>1.1. Европейский лесной клещ</i>	<i>15</i>
<i>1.2. Таёжный клещ</i>	<i>19</i>
<i>1.3. Азиатский тигровый комар</i>	<i>23</i>
Раздел 2. Насекомые-вредители сельскохозяйственных растений	29
<i>2.1. Итальянский прус</i>	<i>30</i>
<i>2.2. Хлопковая совка</i>	<i>35</i>
<i>2.3. Средиземноморская плодовая муха</i>	<i>39</i>
Раздел 3. Насекомые-вредители леса	44
<i>3.1. Непарный шелкопряд</i>	<i>44</i>
<i>3.2. Ясенева узкотелая златка</i>	<i>50</i>
Послесловие	55
Список литературы	57
Анимированные карты	62

Предисловие

Цель создания для территории России атласа климатогенных угроз здоровью населения, хозяйственным и природным системам – обеспечить исходной информацией процесс разработки программ и мер адаптации к наблюдаемым и ожидаемым изменениям климата. Ввиду колоссальных размеров территории нашей страны и ее неоднородности (климатической, экологической, демографической, экономической) картографическая форма представления такой информации является оптимальной.

Научно-исследовательские работы этого направления предусмотрены Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) в «Плане научно-исследовательских и технологических работ Росгидромета, проведения комплекса процессных мероприятий «Научно-методическое и экспертно-аналитическое обеспечение государственного управления» и «Реализация образовательных программ высшего образования» на 2025 г. (проект 3.1.3). Выполнение этой работы поручено Федеральному государственному бюджетному учреждению «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»).

Конечно, столь масштабная работа требует существенно большего времени, и на данном этапе речь идет лишь о версии 1.0. Она скорее демонстрирует выбранный подход, характер и стиль представления информации. Тематически данная версия атласа ограничивается некоторыми видами клещей и насекомых, которые уже наносят или могут нанести в будущем значительный ущерб здоровью населения, продовольственной безопасности и лесам России. Предметом оценки является их пространственное распространение в условиях исходного климата 1990–1999 гг. и его изменение в условиях климата 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. Таким образом, подход к материалу атласа аналогичен тому, что использован в известном проекте «Агроатлас» (Афонин, 2008). Использование данных мониторинга и моделирования климата, а также вычислительной системы RANGES, созданной в ФГБУ «ИГКЭ», позволило нам уделить большее внимание оценке возникающих в будущем климатогенных рисков.

Для каждого из представленных видов дается его краткое описание – указываются его современное распространение и характер ущерба, наносимого здоровью населения, сельскохозяйственным растениям или же лесам и паркам. Мы не даем полное систематическое и экологическое описание видов, поскольку атлас рассчитан, прежде всего, на специалистов в области адаптации к изменению климата. Им

важно знать, в первую очередь, ту часть географического пространства, в которой современный климат допускает устойчивое существование популяций рассматриваемых видов, и как эта область будет меняться при изменении климата.

Оценки для конкретных видов получены с помощью видоспецифичных совокупностей гидрометеорологических индексов, характеризующих требования вида к климату среды обитания. Расчеты проведены с помощью вычислительной системы RANGES. Данные, характеризующие будущие климаты, были любезно предоставлены Е.М. Володиным (Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук), за что мы весьма признательны.

При представлении результатов оценок климатических ареалов видов на традиционных, бумажных носителях оптимальной является обычная картографическая форма. Однако в том случае, когда результаты представляются в электронном виде на интернет-ресурсах, возможно и более наглядное представление результатов с помощью техники анимации. Поэтому в данном атласе результаты расчетов климатических ареалов будут также представлены в форме образов, непрерывно меняющихся во времени. Такие возможности представления результатов расчетов полезны для широкого круга специалистов в области адаптации к изменению климата, когда форма представления важна для лиц, принимающих решения, и их научно-технических советников.

Моделирование и расчет характеристик видов требует большого внимания к экологической стороне задачи, особенно в условиях дефицита экологической информации. Ведь если система мониторинга климата действует в России, что входит в зону ответственности Росгидромета, то мониторинг последствий изменения климата в масштабах страны пока не создан. В связи с этим мы обратились с просьбой войти в состав Научного консультативного комитета (НКК) данного проекта к ряду ведущих отечественных экспертов в области здоровья населения, сельскохозяйственной экологии и лесной экологии: В.В. Малееву, Б.А. Ревичу, А.Н. Фролову и Ю.Н. Баранчикову. Мы признательны им за любезное согласие и высоко ценим это сотрудничество.

Семенов С.М.,
чл.-корр. РАН,
научный руководитель проекта

Введение

Область распространения какого-либо природного явления – часть пространства, где оно систематически происходит. При этом характер проявления может быть различным – непрерывным, периодическим, циклическим.

Область пространства, в которой совокупность гидрометеорологических факторов допускает на значительных промежутках времени (десятилетия) данное природное явление при способствующем явлению сочетании остальных факторов среды, составляет климатическую область распространения (КОР) явления. Для такого явления, как наличие особей какого-либо вида, для обозначения КОР употребляется термин «климатический ареал».

Фактический, географический ареал является частью климатического ареала, поскольку даже при благоприятном климате факторы среды иной природы могут препятствовать устойчивому существованию вида. В связи с этим климатический ареал может быть недоступен для непосредственного наблюдения и может быть установлен лишь в ходе анализа гидрометеорологических факторов, его формирующих.

Для описания климатического ареала вида часто используется специфическая для вида совокупность гидрометеорологических переменных – непосредственно гидрометеорологических величин или/и прикладных индексов, рассчитанных на их основе. В литературе они иногда называются «климатическими предикторами». Для каждого из них указывается диапазон значений, допустимых для рассматриваемого вида. Положение в пространстве климатического ареала определяется климатом и меняется при изменении климата.

Информация о том, как изменился климатический ареал вида в связи с изменением климата, является весьма полезной для специалистов в области адаптации к изменению климата. Когда речь идет о видах, способных наносить значительный ущерб здоровью населения, хозяйственным и природным системам, такая информация указывает на изменение пространственного распределения рисков. Это необходимо для разработки и внедрения программ и мер снижения ущерба.

Методология модельного описания и картирования климатических ареалов

В прикладных исследованиях этого направления часто используются следующие климатические предикторы:

- а) средняя температура воздуха за определенные месяцы календарного года;
- б) сумма осадков за определенные месяцы календарного года;
- в) максимальная среднемесячная температура за календарный год;
- г) минимальная среднемесячная температура за календарный год;
- д) максимальная среднесуточная температура за календарный год;
- е) минимальная среднесуточная температура за календарный год;
- ж) сумма активных температур (САТ): сумма среднесуточных значений температуры, превышающих заданное пороговое значение, за календарный год;
- з) сумма эффективных температур (СЭТ): сумма превышений среднесуточными значениями температуры заданного порогового значения за календарный год;
- и) гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК): отношение суммы осадков в миллиметрах за период календарного года со среднесуточными температурами, превышающими $+10^{\circ}\text{C}$, к сумме этих значений температуры, деленной на 10;
- к) другие гидротермические коэффициенты.

Общий подход к описанию климатического ареала какого-либо вида с помощью климатических предикторов следующий:

I. Анализируется специальная научная литература, в которой рассматривается данный вид по существу экспертами по предмету, в том числе обсуждается вопрос о климатозависимости вида;

II. По результатам этого определяется совокупность климатических предикторов, которые описывают гидрометеорологические факторы, участвующие в формировании климатического ареала рассматриваемого вида; устанавливаются допустимые диапазоны изменения предикторов из этой совокупности;

III. Для заданных значительного промежутка времени (одно или несколько десятилетий – N лет) и архива гидрометеорологических данных (результаты наблюдений, реанализа или сценарного модельного расчета) анализируются значения климатических предикторов из сформированной совокупности на предмет принадлежности их значений допустимым диапазонам; точки географического пространства, для которых анализ такого соответствия дал положительные результаты, считаются принадлежащими

климатическому ареалу исследуемого вида. Если речь идет о будущем климате, и имеется несколько его независимых модельных реализаций, то N есть общее число лет во всех реализациях.

В данной работе в соответствии с рекомендациями Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Mastrandrea et al., 2010) суждение о принадлежности точки географического пространства климатическому ареалу основывается на вероятностном подходе, и эта принадлежность определяется в вероятностных терминах. А именно, предполагается, что при заданном климате для точки географического пространства:

– условия, когда значения всех климатических предикторов принадлежат допустимым диапазонам, наступают каждый год независимо с вероятностью p , т.е. при фиксированном p случайная величина k – число таких лет – имеет биномиальное распределение:

$$b(k, N; p) = C_N^k p^k (1 - p)^{N-k};$$

– если значение p превосходит пороговое значение p_0 , то считается, что точка принадлежит климатическому ареалу исследуемого вида.

Значение порога p_0 определяют эксперты по предмету. Если эта информация отсутствует, то полагается $p_0 = 0.5$. В этом случае, тем самым, $p > p_0$ означает, что вид наблюдается в пределах климатического ареала с большей вероятностью, чем вне его.

В данной работе p рассматривается как случайная величина. Плотность ее «априорного распределения вероятностей» на отрезке $[0,1]$ – равномерная, а плотность ее «апостериорного распределения вероятностей» f на отрезке $[0,1]$ есть плотность условной вероятности p при данном k :

$$f(k, N; p) = \frac{b(k, N; p)}{\int_0^1 b(k, N; \theta) d\theta}.$$

Соответствующая функция распределения имеет следующий вид:

$$F(k, N; p) = \frac{\int_0^p \theta^k (1 - \theta)^{N-k} d\theta}{\int_0^1 \theta^k (1 - \theta)^{N-k} d\theta}.$$

Значение PR вероятности того, что $p \geq p_0$, вычисляется по формуле:

$$PR = 1 - F(k, N; p_0).$$

Для расчета климатических ареалов видов используется вычислительная система RANGES, созданная в ИГКЭ [Свидетельство Роспатента № 2024668052]. Этим вычислительным комплексом расчет производится на основе данных о фактическом или модельном климате.

Для оценок климатических ареалов используются данные месячного разрешения, полученные с помощью климатической модели Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук (ИВМ РАН). Данные любезно предоставлены д.ф.-м.н. Е.М. Володиным. Временные срезы: 1990–1999 гг., 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. Расчеты проведены в условиях двух сценариев антропогенного воздействия на климатическую систему Земли – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 (обзор сценариев дан в работе (Семенов, Гладищикова, 2022)). Изначальное пространственное разрешение характеристик расчетного климата составляло 1.5° по широте и 2.0° по долготе. Эти расчетные данные затем интерполированы на сетку $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, и для системы RANGES используется уже это разрешение.

Для выполнения расчетов климатических ареалов видов в данной работе в модельные климатические данные были введены поправки, минимизирующие расхождение с фактическими данными – данными мониторинга о среднемесячных значениях температуры и месячных суммах осадков для базового, исходного периода 1990–1999 гг. Источником фактических данных о климате в данной работе является массив CRU TS v. 4.04, созданный Отделом исследования климата (Climatic Research Unit, CRU) Университета Восточной Англии, Великобритания.

Для проведения расчета климатического ареала вида необходимо указать климатические предикторы, которые его определяют, и допустимые диапазоны их значений. Набор климатических предикторов, которые возможно использовать в системе RANGES, соответствует перечню предикторов а) - и), приведенному выше. При этом для каждого из предикторов а) и б) можно указывать до трех отрезков из последовательных месяцев календарного года. Если есть необходимость использовать данные о среднесуточной температуре, то они восстанавливаются по 12 данным о среднемесячной температуре с помощью интерполяции.

Вычислительная система RANGES реализована в виде совокупности программ на языке FORTRAN (FORTRAN 77, версия ПО, находящаяся в свободном доступе). Для ввода входных параметров для расчета имеется дружественный пользовательский интерфейс, который создан в ИГКЭ в среде MS Visual Studio Community (имеется в

свободном доступе) на языке программирования Visual Basic .NET (VB.NET).

Выходной информацией расчета с помощью вычислительной системы RANGES являются ранги, ассоциированные с узлами пространственной сетки. Эти ранги – целые числа, указывающие на оценку вероятности PR , с которой данная точка географического пространства принадлежит климатическому ареалу исследуемого вида.

В табл. 1 для диапазонов оценок вероятности PR указаны числовые ранги, далее используемые при картографировании, их вербальные характеристики и цветовое отображение при картировании.

Таблица 1. Числовые ранги для вероятности PR , их вербальные характеристики и цветовое отображение

Диапазон значений PR	Ранг	Вербальная характеристика	Цвет
(0.99; 1]	4	Практически достоверно	Темно-коричневый
(0.90; 0.99]	3	Весьма вероятно	Коричневый
(0.66; 0.90]	2	Вероятно	Темно-желтый
(0.33; 0.66]	1	Средневероятно	Желтый
≤ 0.33	0	Маловероятно	Белый

При переходе от климата базового периода к климату будущего числовые ранги точек географического пространства будут, вообще говоря, изменяться в пределах от (-4) до (+4). Соответствующие вербальные характеристики и цветовое отображение приведено в табл. 2.

Таблица 2. Вербальная характеристика и цветовое отображение результатов изменений рангов вероятности PR

Изменение ранга	Вербальная характеристика		Цвет
+4	Увеличение	очень сильное	Фиолетовый
+3		сильное	Темно-красный
+2		среднее	Красный
+1		слабое	Розовый
0	Изменений не выявлено		Бежевый
-1	Уменьшение	слабое	Салатовый
-2		среднее	Светло-зеленый
-3		сильное	Зеленый
-4		очень сильное	Темно-зеленый

Следует отметить, что в силу принятого при картировании цветового отображения, все элементы пространственной сетки, центрам которых соответствует вероятность ≤ 0.33 («маловероятно»), бесцветны, т.е. имеют белый цвет. Таким образом, они отображаются как не входящие в климатический ареал. При изменении климата вероятность принадлежности может меняться, и такие точки обретут цвет, отличный от белого (см. табл. 1), и, таким образом, при картировании войдут в климатический ареал. Это будет комментироваться как «расширение климатического ареала». Иногда происходит и обратное, что комментируется как «уменьшение климатического ареала». Конечно, кроме этих изменений (даже при их отсутствии) в границах исходного ареала могут меняться вероятности принадлежности точек географического пространства (т.е. элементов пространственной сетки) к климатическому ареалу. Степень таких изменений комментируется в соответствии с табл. 2.

Раздел 1. Здоровье населения: переносчики трансмиссивных заболеваний

Многие инфекционные болезни человека являются климатозависимыми, т.е. их проявление и распространение в различной степени определяется климатическими факторами. Это в полной мере относится к природно-очаговым инфекциям и инфекциям, общим для человека и животных, в том числе трансмиссивным, т.е. передаваемым человеку переносчиком заболевания. Наиболее полная характеристика современной ситуации с такими заболеваниями ежегодно представляется в государственном докладе Роспотребнадзора РФ «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации». В 2022 году среди приоритетных заболеваний для мониторинга и адаптации системы здравоохранения указывались (Семенов, Малеев, Ревич и др., 2024): иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ); геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС); клещевой вирусный энцефалит (КВЭ); туляремия; лихорадка Ку. Отмечалась целесообразность обратить внимание на малярию и лихорадку Западного Нила (ЛЗН) и лейшманиоз.

В 2023 году (О состоянии..., 2024) и в 2024 годах (О состоянии..., 2025) в структуре заболеваемости населения России природно-очаговыми инфекциями и инфекциями, общими для человека и животных, по-прежнему отмечается приоритетное значение ИКБ, ГЛПС, КВЭ, а также клещевых риккетсиозов, псевдотуберкулеза, туляремии, лихорадки КУ, ЛЗН, Крымской геморрагической лихорадки.

Соответствующие заболевания хотя и не представляют сегодня существенной опасности, но могут составить определенный риск распространения в близком будущем. Так, по ЛЗН в 2022 г., особенно в осенний период, было установлено течение эпидемического процесса в рекордном за весь период наблюдений числе субъектов Российской Федерации, а в 2024 г. заболеваемость ЛЗН в 3 раза превысила средний многолетний показатель предшествующего периода (О состоянии..., 2025). В 2023 г. отмечено включение новых районов в перечень территорий, эндемичных по КВЭ (О состоянии..., 2024).

На сегодняшний день далеко не для всех возбудителей и переносчиков заболеваний известны определенные количественные критерии, характеризующие их требования к климату среды. Анализ литературы (см. табл. ниже) позволил выявить такие критерии для нескольких членистоногих – переносчиков ИКБ, КВЭ, ЛЗН и некоторых других заболеваний.

Эти данные актуальны лишь в краткосрочной перспективе, поскольку современные интенсивные климатические и медико-биологические исследования могут предоставить новые научные данные как о требованиях переносчиков к климату, так и переносимых ими заболеваниях.

В этом разделе приведены карты-схемы климатических ареалов в пределах территории России следующих переносчиков трансмиссивных заболеваний человека:

Таблица 3. Климатические предикторы основных переносчиков заболеваний

Переносчик	Переносимые заболевания	Климатические предикторы
Европейский лесной клещ (<i>Ixodes ricinus</i> Linnaeus, 1758)	ИКБ, КВЭ	- Годовая САТ > 1550°C (температурный порог для САТ равен 10°C) - Годовая сумма осадков > 491 мм - Среднемесячные значения температуры в январе > -14.1°C (Таежный клещ..., 1985; Попов, 2016;)
Таёжный клещ (<i>Ixodes persulcatus</i> Schulze, 1930)	ИКБ, КВЭ	- Годовая САТ > 1340°C (температурный порог для САТ равен 10°C) - Годовая сумма осадков > 339 мм - Среднемесячные значения температуры в январе < -5.0°C (Таежный клещ..., 1985; Попов, 2016; Попов, Попова, 2020)
Азиатский тигровый комар (<i>Aedes albopictus</i> Skuse, 1894)	Лихорадки Денге, Чикунгунья и Зика, японский энцефалит, ЛЗН, дирофиляриоз	- Годовая сумма осадков > 450 мм - Среднемесячные значения температуры в январе > -1.0°C (Ганушкина, Дремова, 2011)

1.1. Европейский лесной клещ

Европейский лесной клещ (лат. *Ixodes ricinus* Linnaeus, 1758), также известный под названием собачий клещ – представитель семейства иксодовых клещей Ixodidae (Филиппова, 2011).

Современный ареал *I. ricinus* (Попов, 2016) охватывает практически всю Европу, включая обширную часть европейской России, где достигает ряда приволжских территорий. *I. ricinus* обитает также на севере Африки и Ближнем Востоке. В Европе основным местом его обитания являются различные типы лесов умеренной зоны (Сироткин, Коренберг, 2018), но встречается он и в антропогенных ландшафтах в сельской местности, на дачных участках, а также в парках и рекреационных зонах городов. Его особи обитают в основном в почвенной подстилке, но для контактов с прокормителем поднимаются на растения.

Европейский лесной клещ является переносчиком ряда опасных инфекционных заболеваний человека (Методы..., 2004; Zoonoses..., 2003) – клещевого энцефалита, иксодовых клещевых боррелиозов и других. Некоторые из них весьма заметны в статистике заболеваемости населения России (О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации, 2024).

Биология *I. ricinus* достаточно сложна. Полный цикл развития особи происходит в несколько стадий и занимает несколько лет. Жизнеспособность каждой стадии и переход между ними требует определенных климатических условий. Изменения этих условий оказывают влияние на пространственное распространение клещей и их численность (Попов, 2016; Сироткин, Коренберг, 2018). В связи с существенной климатозависимостью *I. ricinus* его распространению в географическом пространстве уделено значительное внимание во Втором и Третьем оценочных докладах Росгидромета об изменении климата и его последствиях на территории Российской Федерации (2014; 2022).

Ниже приведен климатический ареал европейского лесного клеща на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

Климатический ареал *I. ricinus*, соответствующий климату 1990–1999 гг., располагается (см. рис. 1.1) в европейской части России от западной границы до среднего Поволжья на востоке и Северного Кавказа и Крыма на юге. На севере климатический ареал достигает

Карелии. Расположение климатического ареала *I. ricinus* хорошо согласуется с данными о его фактическом распространении (Попов, 2016), что свидетельствует о значительной роли климатических факторов в формировании области распространения этого вида. Небольшой участок климатического ареала этого вида отмечается и на юге Дальнего Востока.

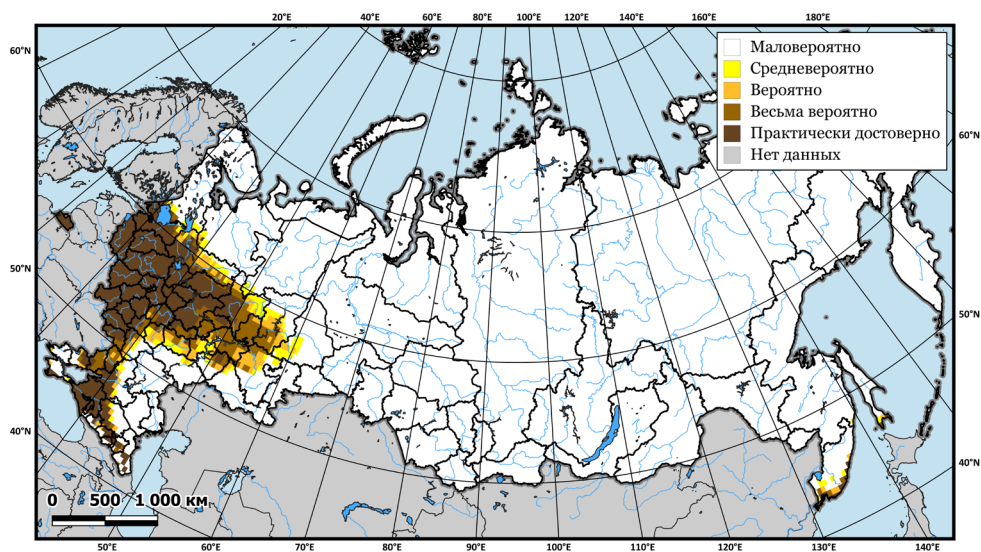


Рисунок 1.1. Климатический ареал европейского лесного клеща в условиях климата 1990–1999 гг.

На рис. 1.2 показано изменение климатического ареала *I. ricinus* в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Климатический ареал расширяется к северу до Белого моря и к востоку за Волгу, достигая территории Свердловской области. Появляются новые участки климатического ареала в Алтайском крае и на Дальнем Востоке. Для исходной части климатического ареала вероятности принадлежности к климатическому ареалу в основном не меняются, хотя в некоторых регионах отмечается уменьшение балльной оценки.

Рис. 1.3 представляет изменение климатического ареала европейского лесного клеща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Происходит расширение климатического ареала к северу и востоку – на территории Архангельской области, Республики Коми, Пермского края и Свердловской области. Вероятности

принадлежности к климатическому ареалу для южной части исходного климатического ареала или остаются неизменными, или слабо уменьшаются.

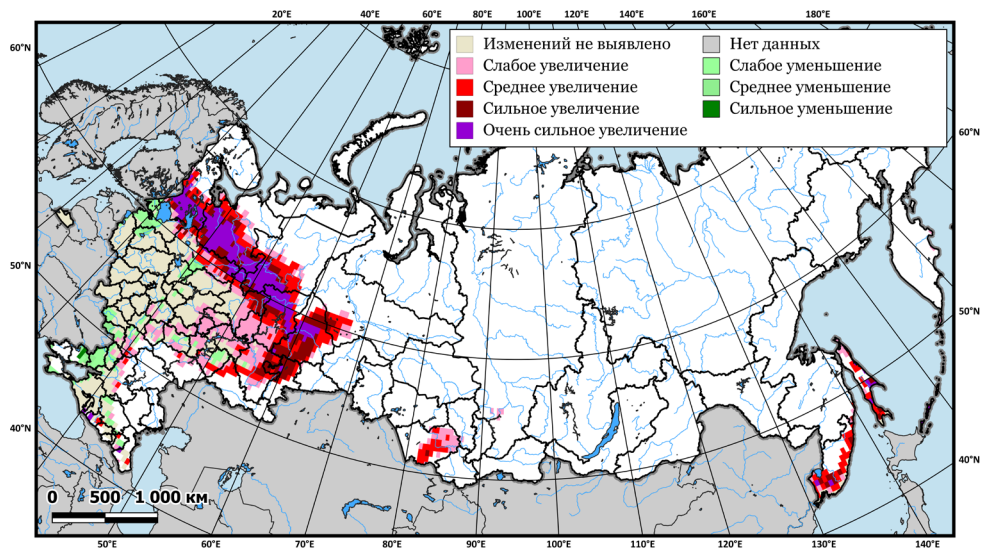


Рисунок 1.2. Изменение климатического ареала европейского лесного кляща в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

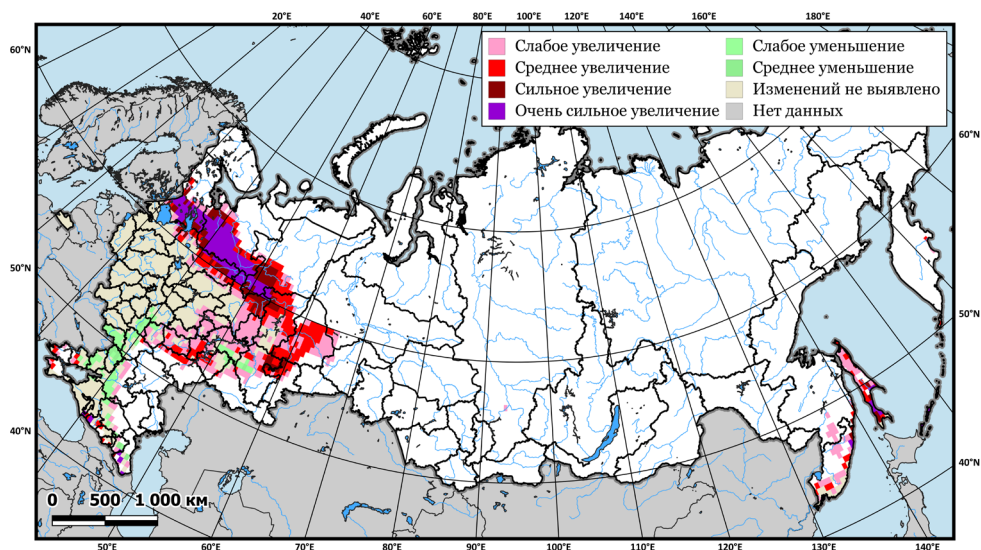


Рисунок 1.3. Изменение климатического ареала европейского лесного кляща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

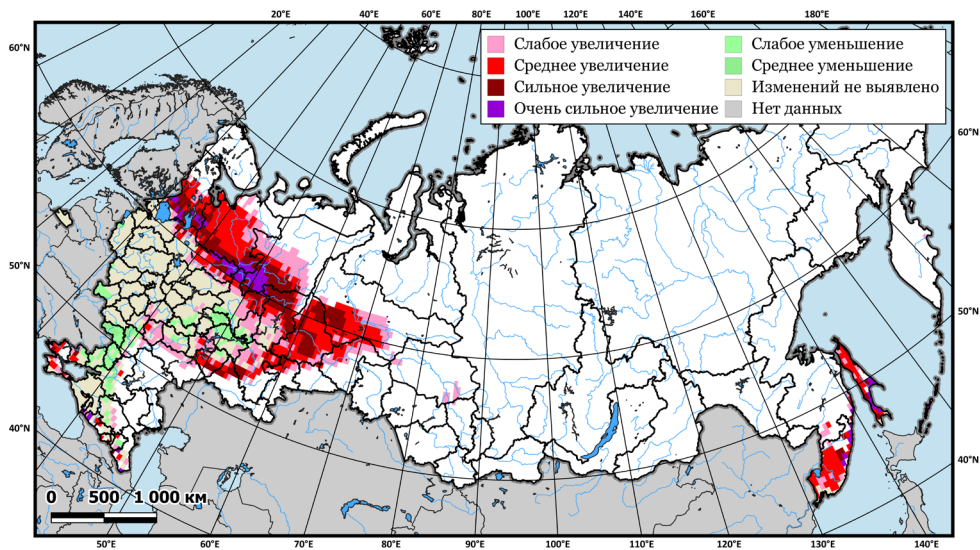


Рисунок 1.4. Изменение климатического ареала европейского лесного клеща в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

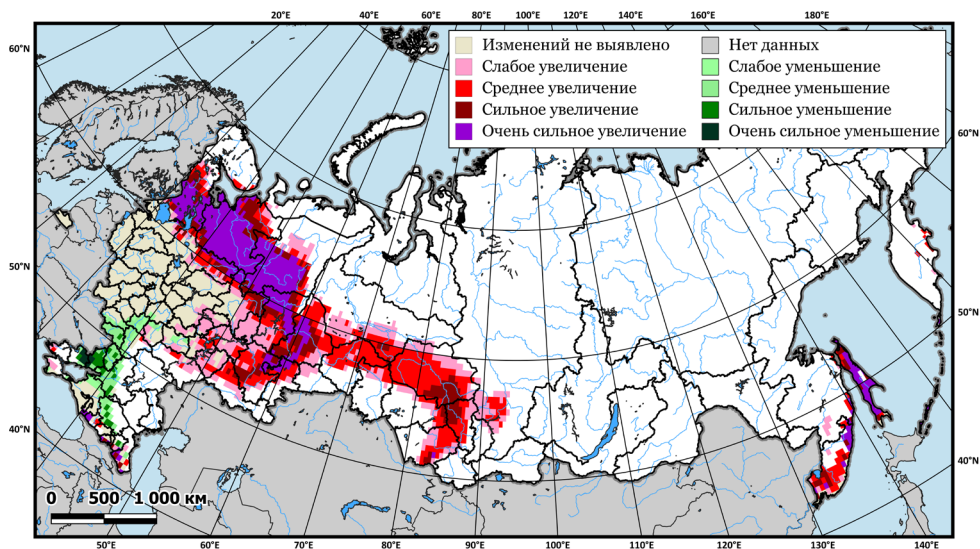


Рисунок 1.5. Изменение климатического ареала европейского лесного клеща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Рис. 1.4 и рис. 1.5 показывают изменение климатического ареала европейского лесного клеща в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

Климатический ареал *I. ricinus* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 расширяется (см. рис. 1.4) в северном и восточном (за Урал) направлении более выражено, чем в условиях сценария SSP2-4.5. Повышается вероятность принадлежности к климатическому ареалу для участков на Дальнем Востоке.

В условиях климата 2050–2059 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5 климатический ареал *I. ricinus* значительно расширяется (см. рис. 1.5) – до границ Ненецкого АО на севере, до 65°с.ш. в Предуралье. Его часть располагается также в Сибири – простирается широкой дугообразной полосой до Красноярского края на востоке и 58°с.ш. на юге. При этом вероятности принадлежности к климатическому ареалу для южной части исходного климатического ареала уменьшаются.

1.2. Таёжный клещ

Таежный клещ (лат. *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) – представитель семейства иксодовых клещей Ixodidae (Филиппова, 2011). Таежный клещ, наряду с другим представителем этого рода – европейским лесным клещом *I. ricinus* – является основным переносчиком опасных инфекционных заболеваний человека (Zoonoses..., 2003), в первую очередь клещевого вирусного энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов, весьма значимых в статистике заболеваемости населения России (О санитарно-эпидемиологическом благополучии..., 2024).

Современный ареал *I. persulcatus* (Попов, Семенов, 2021) огромной полосой протягивается от стран Балтии до Дальнего Востока, частично захватывает территории Китая, Монголии, КНДР, Японии, но основная его часть располагается на территории России. Основным местом обитания *I. persulcatus* являются различные типы лесов умеренной зоны, включая южно- и среднетаежные, хвойно-широколиственные и горнотаежные леса (Сироткин, Коренберг, 2018). Возможно встретить клещей также и в лесопарках в городах и пригородах, на садовых и дачных участках. В европейской части России есть обширная область совместного обитания *I. persulcatus* и *I. ricinus*.

Климат является одним из основных лимитирующих факторов, определяющих ареал таежного клеща (Попов, Семенов, 2021). В связи с существенной климатозависимостью *I. persulcatus* его

распространению в географическом пространстве уделено значительное внимание во Втором и Третьем оценочных докладах Росгидромета об изменении климата и его последствиях на территории Российской Федерации (2014; 2022).

Ниже приведен климатический ареал таежного клеща на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

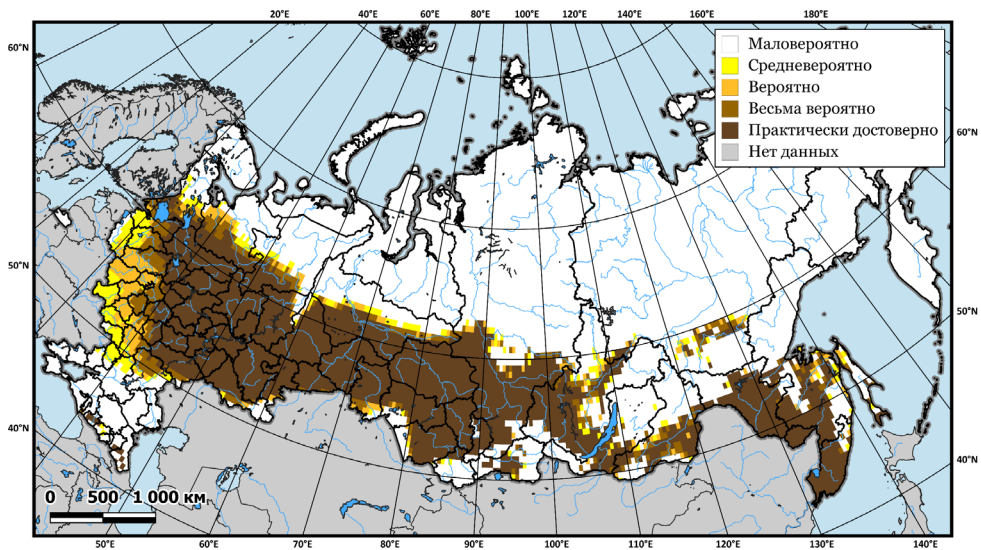


Рисунок 1.6. Климатический ареал таежного клеща в условиях климата 1990–1999 гг.

Климатический ареал *I. persulcatus*, соответствующий климату 1990–1999 гг., (см. рис. 1.6) протягивается широкой полосой через европейскую часть России, Поволжье, Западную Сибирь примерно между 50° и 63° северной широты. Далее к востоку ареал имеет более сложные очертания отдельных крупных очагов на юге Средней Сибири, в Забайкалье и на Дальнем Востоке.

Рис. 1.7 представляет изменение климатического ареала *I. persulcatus* в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Климатический ареал расширяется к северу примерно до 65°с.ш. на территориях Карелии, Архангельской области, Республики Коми, Ханты-Мансийского АО. В средней части Сибири и на Дальнем Востоке ареал становится более сплошным. Для центра европейской

части исходного климатического ареала, а также для юга Забайкалья, вероятности принадлежности к климатическому ареалу уменьшаются, местами значительно.

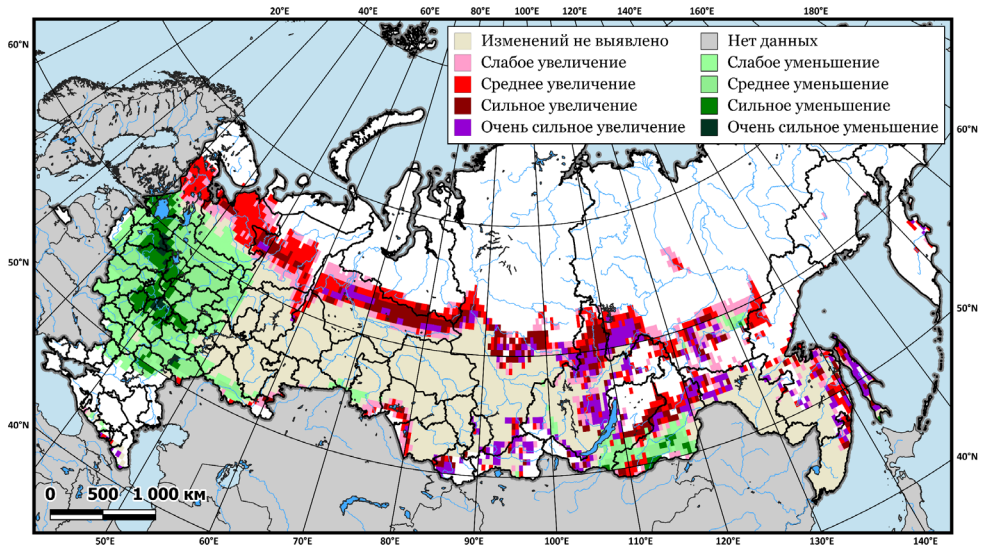


Рисунок 1.7. Изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

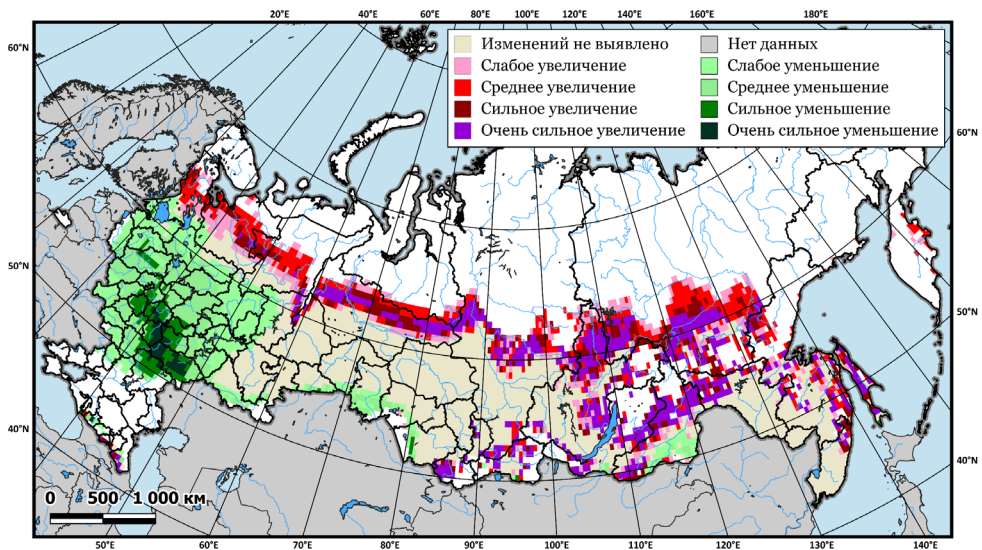


Рисунок 1.8. Изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

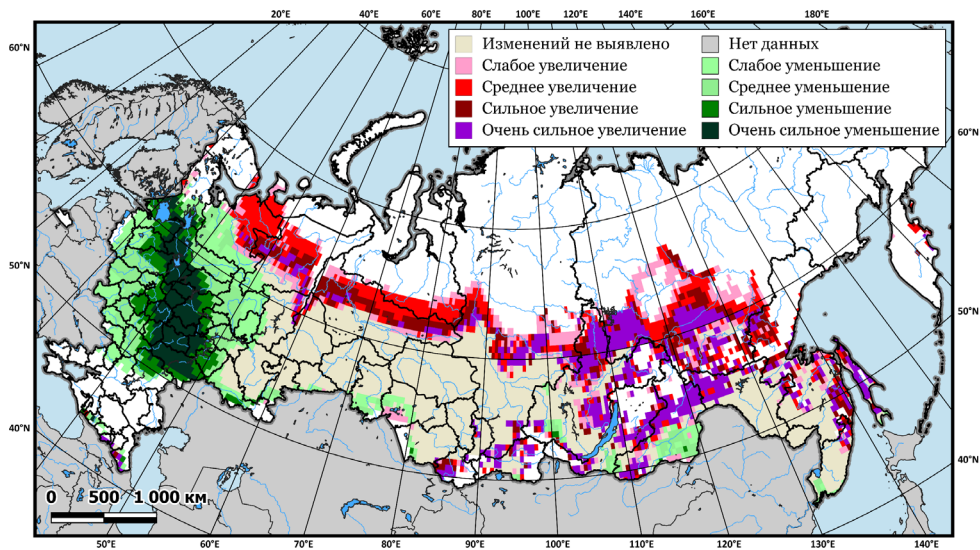


Рисунок 1.9. Изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

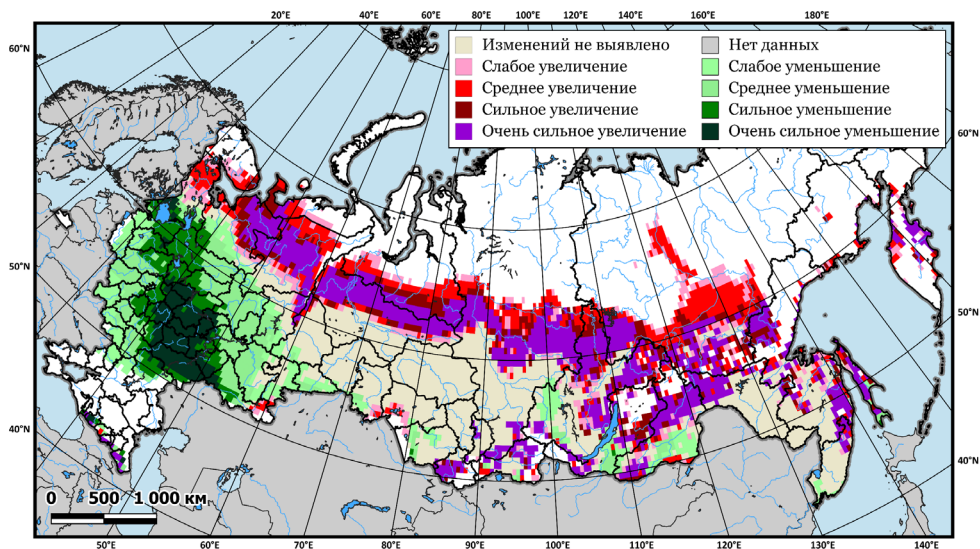


Рисунок 1.10. Изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

На рис. 1.8 показано изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Происходит расширение климатического ареала к северу на всей его протяженности от Карелии до Дальнего Востока России. Вероятности принадлежности к климатическому ареалу уменьшаются значительно для центра европейской части исходного климатического ареала значительно и в меньшей степени для юга Забайкалья.

Рис. 1.9 и рис. 1.10 показывают изменение климатического ареала таежного клеща в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

На рис. 1.9 видно, что климатический ареал *I. persulcatus* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 расширяется к северу, как и в условиях сценария SSP2-4.5, но в Сибири вероятность принадлежности к климатическому ареалу повышается сильнее, и расширение ареала более выражено. На территории Якутии выступ ареала достигает примерно 65°с.ш. При этом вероятность принадлежности к климатическому ареалу для центра европейской части России понижается очень сильно.

В условиях климата 2050–2059 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5 (см. рис. 1.10) происходит значительное расширение к северу климатического ареала *I. persulcatus*: он пересекает границы Ненецкого АО, Ямало-Ненецкого АО, достигает примерно 65°с.ш. в Красноярском крае, в Южной и Средней Сибири становится практически сплошным. В то же время вероятность принадлежности к климатическому ареалу уменьшается в Европейской части России. Эта область уменьшения теперь распространяется дальше на восток, следуя вдоль южной границы климатического ареала, и достигает Курганской области.

1.3. Азиатский тигровый комар

Азиатский тигровый комар (*Aedes albopictus* Skuse, 1895), представитель семейства Culicidae, первоначально был распространен в странах Центральной Африки, регионах Юго-Восточной Азии и на островах Океании, однако за последние 40 лет распространился на все континенты, кроме Антарктиды (Федорова, 2018; Бега, 2021). Первые популяции *A. albopictus* на территории Российской Федерации были зарегистрированы в 2011 г. в районе Большого Сочи. В течение последующих нескольких лет этот инвазивный вид продвигался вдоль Черноморского побережья Кавказа, захватывая зону влажного

субтропического климата. По данным исследований, в 2017 г. вид преодолел Большой Кавказский хребет и начал осваивать зону умеренного климата. В 2020-2021 годах особи *A. albopictus* были обнаружены на полуострове Крым (Федорова, 2018; Бега, 2021; Бега, 2022).

Азиатский тигровый комар является важным переносчиком опасных арбовирусных инфекций, таких как лихорадки Денге, Чикунгунья и Зика, а также паразитарного заболевания дирофиляриоз (Ганушкина, 2011; Дремова, 2008; Федорова, 2018; Ясюкевич, 2017). Исходя из лабораторных и экспериментальных исследований (Леншин, 2018; Бега, 2021), *A. albopictus* также может переносить вирус лихорадки Западного Нила наряду с основным его переносчиком – комарами рода *Culex*. Случаи лихорадок Денге и Чикунгунья в России пока носят завозной характер, но лихорадка Западного Нила эндемична в нескольких регионах юга европейской части России, и по данным органов здравоохранения заболеваемость этой инфекцией в 2024 году выросла в 2,4 раза по сравнению с 2023 годом (О состоянии..., 2024).

Ниже приведен климатический ареал азиатского тигрового комара на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

Климатический ареал *A. albopictus*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 1.11), выглядит как основной ограниченный очаг, переходящий с побережья Черного моря через Кавказский хребет на территорию равнинной части Краснодарского края и Республики Адыгея, а также отдельные участки на южном берегу полуострова Крым и на территории Калининградской области.

На рис. 1.12 показано изменение климатического ареала *A. albopictus* в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Расширяется климатический ареал на территории Краснодарского края, переходя границы Ростовской области и Ставропольского края. Здесь для исходной части климатического ареала вероятности принадлежности к климатическому ареалу в основном не меняются. Вероятность принадлежности к ареалу областей в восточной части Кавказа становится не менее уровня «средневероятно». То же происходит на западе России, на территории Ленинградской и Псковской областей. Сильно увеличивается вероятность принадлежности к климатическому ареалу территории Калининградской области.

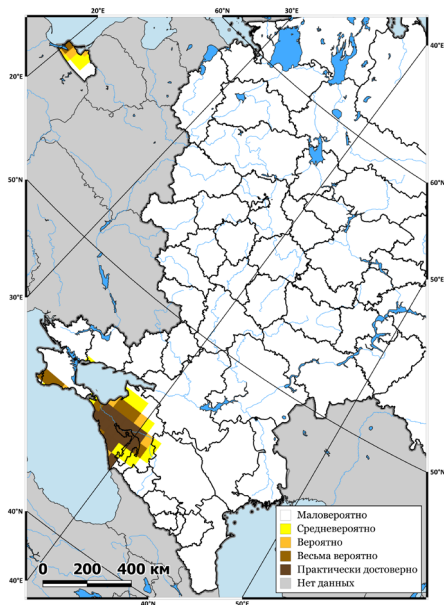


Рисунок 1.11 Климатический ареал азиатского тигрового комара в условиях климата 1990–1999 гг.

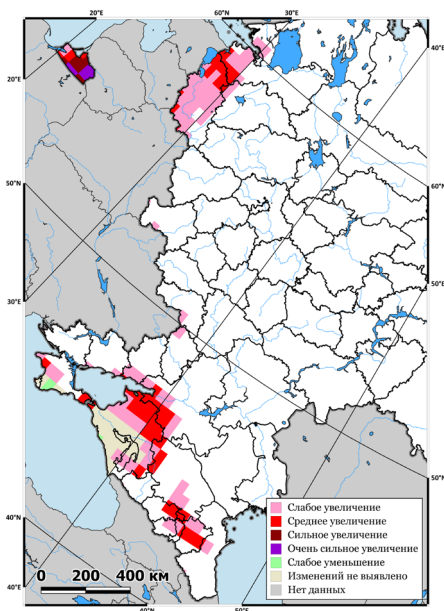


Рисунок 1.12 Изменение климатического ареала азиатского тигрового комара в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5.

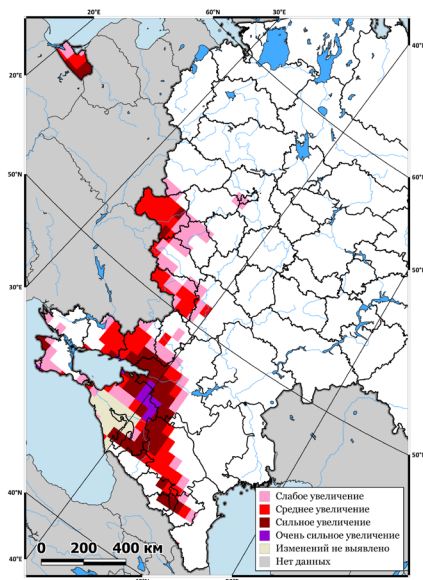


Рисунок 1.13. Изменение климатического ареала азиатского тигрового комара в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5.

Климатический ареал азиатского тигрового комара в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 1.13) на юге европейской части России расширяется к северо-западу, северу и востоку, сливаясь в единый очаг. Появляются новые участки климатического ареала в Белгородской, Курской и Брянской областях. Вероятность принадлежности к климатическому ареалу территории Калининградской области сильно увеличивается.

Рис. 1.14 и рис. 1.15 показывают изменение климатического ареала азиатского комара в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

Климатический ареал *A. albopictus* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 в целом увеличивается (см. рис. 1.14) сильнее, чем в условиях сценария SSP2-4.5. Причерноморский участок ареала расширяется к северо-западу, северу и востоку, занимая территории новых регионов (Херсонской, Запорожской, Донецкой и Луганской областей), и около трети территории Ростовской области. Возникает большой по площади участок климатического ареала со средней вероятностной оценкой вдоль западных границ России от Ленинградской до Курской области. Сильно повышается вероятность

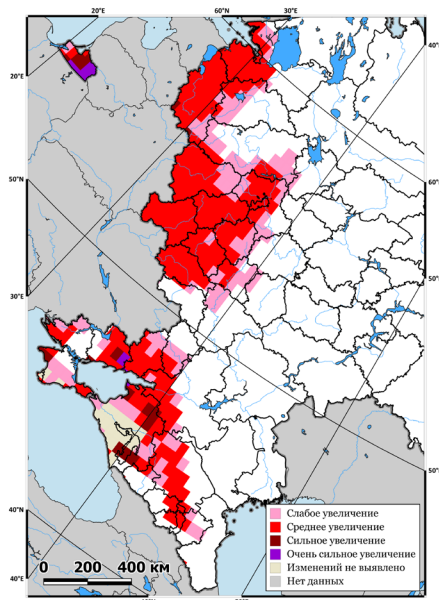


Рисунок 1.14. Изменение климатического ареала азиатского тигрового комара в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

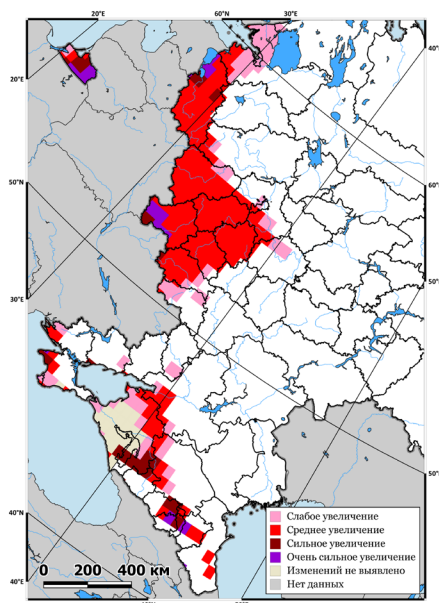


Рисунок 1.15. Изменение климатического ареала азиатского тигрового комара в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

принадлежности к климатическому ареалу для Калининградской области.

Рис. 1.15 представляет изменение климатического ареала *A. albopictus* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. Исходный причерноморский участок ареала остается практически неизменным, лишь сильно повышается вероятность принадлежности к ареалу отдельного участка в восточной части Кавказа и участка в Калининградской области. Появляется (со средним увеличением вероятности) обширный участок климатического ареала вдоль западной границы России от юга Карелии до Курской области. Тот факт, что в рамках экстремального сценария потепления причерноморский участок климатического ареала для 50-х годов меньше, чем для 30-х, может быть связан с увеличением засушливости климата, в то время как вид *A. albopictus* требователен к влажности (Ганушкина, 2011; Ясюкевич, 2017).

Раздел 2. Насекомые-вредители сельскохозяйственных растений

Насекомые, питающиеся биомассой сельскохозяйственных растений, – фитофаги, являются существенным фактором вредоносности. Они вызывают уменьшение урожайности культур и качества продукции растениеводства.

Уже в 1920–1940 гг. ущерб от вредителей в США составлял 100 млн долл. США/год в ценах того времени, что в нынешних ценах равно примерно 2 млрд. долл. США/год. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) в 2021 г. оценила ежегодные потери в мире сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней в 220 млрд долл. США (Митюшев, 2023).

При высоких значениях численности вредителей их воздействие приводит к гибели растений.

Для многих насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений характерны широкая многоядность (полифагия), наличие промежуточного корма (способность кормиться на «запасных», даже диких видах растений при отсутствии основных, культурных растений – традиционных видах корма) и способность перемещаться на значительные расстояния. Все это делает задачу защиты растений от насекомых-вредителей, по существу – задачу адаптации к этому фактору, весьма сложной.

Первичная информация, которая необходима для разработки и реализации эффективных мер адаптации, включает описание климатических ареалов приоритетных видов насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений. Необходимо иметь оценки современных климатических ареалов и их изменений в будущем при определенных сценариях изменения климата. Эта задача представляется особенно важной в виду современного учащения биологических инвазий. Чужеродные виды-вселенцы, в том числе насекомые-вредители сельскохозяйственных растений, все чаще появляются в регионах, в которых ранее не наблюдались, вследствие современной интенсификации и глобализации потоков товарной продукции растениеводства, а также вследствие изменения климатических условий (Дгебуадзе и др., 2018).

Из множества видов насекомых вредителей растениеводства в этом разделе будут рассмотрены три, которые представляют опасность в условиях России:

Таблица 4. Климатические предикторы насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений

Вид насекомого-вредителя	Характеристика	Климатические предикторы
Итальянский прус (<i>Calliptamus italicus</i> Linnaeus, 1758)	Опасный вид саранчовых, широкий полифаг, способен перемещаться на большие расстояния	- Годовая САТ > 2250°C (температурный порог для САТ равен 10°C) - Сумма осадков за период май–сентябрь < 400 мм (Попов, Попова, 2009)
Хлопковая совка (<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner, 1808)	Широкий полифаг, способен перемещаться на большие расстояния	- Годовая СЭТ > 550°C (температурный порог для СЭТ равен 11°C) (Ларченко, 1968)
Средиземноморская плодовая муха (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann, 1824)	Широкий полифаг, способен перемещаться на большие расстояния вместе с плодовой продукцией	- Годовая САТ > 2700°C (температурный порог для САТ равен 10°C) - Сумма осадков в каждый из месяцев за декабрь, январь и февраль > 13 мм - Среднемесячные значения температуры в декабре, январе и феврале > 0.0°C (Магомедов, Атанов, 2012)

2.1. Итальянский прус

Итальянский прус (*Calliptamus italicus* Linnaeus, 1758), также известный как итальянская саранча, является опасным вредителем сельскохозяйственных культур.

В Евразии современная область распространения итальянского пруса (Гричанов, 2008а; Попова, Попов, 2009; Сергеев и др., 2022) простирается от западной Европы до лесостепной зоны Западной Сибири и западных окраин Алтайской горной системы. На севере граница ареала *C. italicus* проходит примерно по 55°с.ш., а на юге включает северное и восточное Средиземноморье, Малую Азию, Кавказ и Закавказье, Казахстан, Среднюю Азию, север Ирана и Афганистана. На территории России (Попова, Попов, 2009) ареал итальянского пруса

занимает весь юг европейской части России, Кавказ, Среднее Поволжье, юг Западной Сибири и западную часть Алтайского края.

Итальянский прус, как и другие саранчовые, относится к многоядным вредителям, его личинки и взрослые насекомые способны повреждать множество сельскохозяйственных культур (Попова, Попов, 2009). Повреждаются в том числе (Гричанов, 2008а) посевы зерновых злаков, бобовых, пасленовых, крестоцветных, тыквенных, овощных, лекарственных, технических культур, виноград, молодые растения различных плодовых, ягодных и лесных древесных и кустарниковых пород. Также страдают пастбища и сенокосные угодья.

Вспышки массового размножения саранчовых многократно в истории наносили вред сельскому хозяйству. В настоящее время, начиная с 1990-х годов, наблюдается (Попова, Попов, 2020) усиление и учащение вспышек размножения саранчовых на территории России и соседних стран. Помимо экономических причин этого явления ряд авторов называет также изменение климата (Попова, Попов, 2009).

Ниже приведен климатический ареал итальянского пруса на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

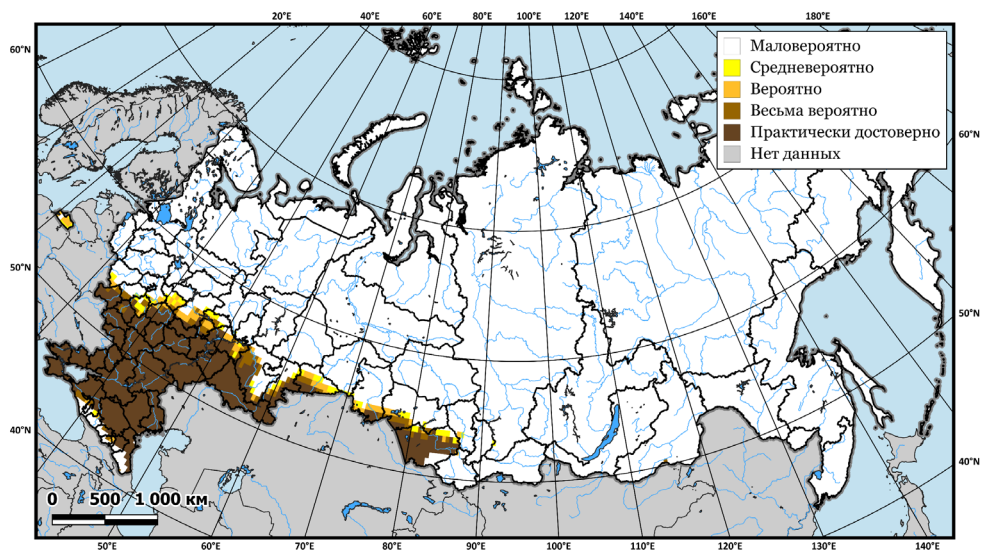


Рисунок 2.1. Климатический ареал итальянского пруса в условиях климата 1990–1999 гг.

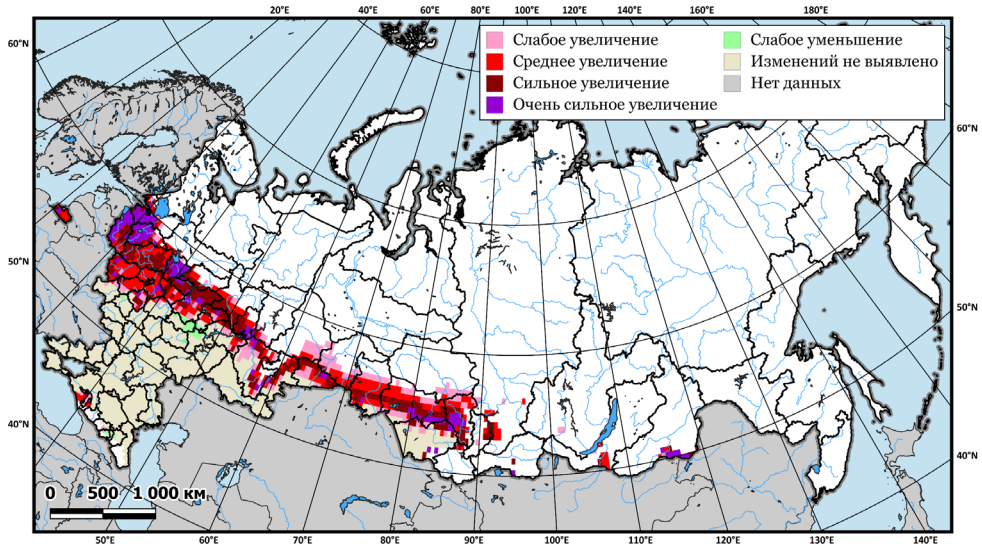


Рисунок 2.2. Изменение климатического ареала итальянского пруса в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

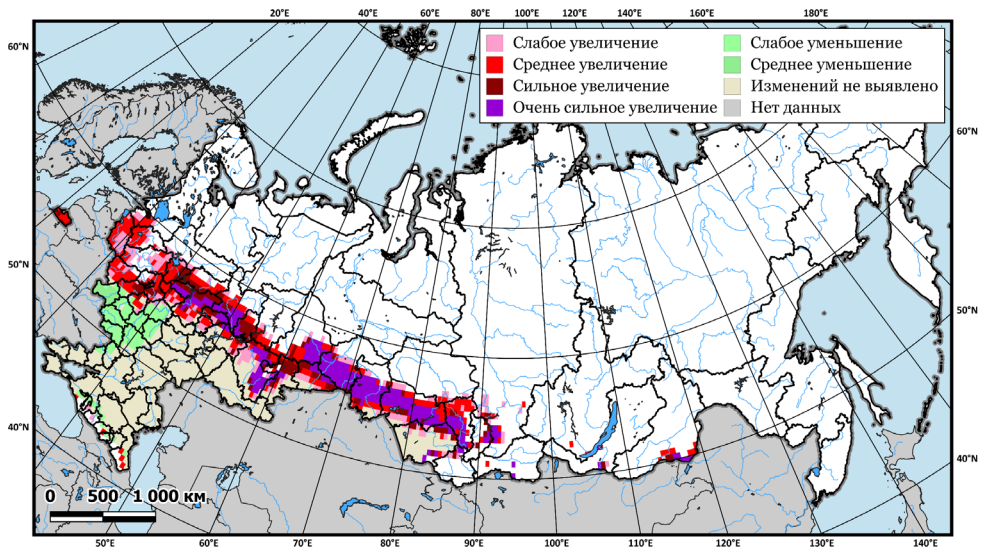


Рисунок 2.3. Изменение климатического ареала итальянского пруса в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

Климатический ареал *C. italicus*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 2.1), занимает весь юг европейской части России за исключением Северного Кавказа и простирается на восток до Алтайского края, огибая с юга Уральские горы. Северная граница климатического ареала в европейской и сибирской частях достигает 54–55°с.ш.

В условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 2.2) климатический ареал *C. italicus* расширяется к северу, особенно в европейской части России. Очень сильно увеличивается вероятность принадлежности к климатическому ареалу в Ленинградской области, здесь северная граница ареала достигает 60°с.ш. Также происходит расширение ареала к востоку, причем новые точечные участки его появляются на юге Забайкалья. Увеличивается вероятность принадлежности к климатическому ареалу в Краснодарском крае и Республике Адыгея.

Климатический ареал итальянского пруса в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 2.3) расширяется к северу. Очень сильно повышается вероятность принадлежности к климатическому ареалу полосы вдоль его северной границы, достигающей 55–57°с.ш. Южная часть Урала (территории Челябинской областей и Республики Башкортостан) также входят в климатический ареал. Для части Черноземья вероятность принадлежности к климатическому ареалу слабо уменьшается.

Рис. 2.4 и рис. 2.5 показывают изменение климатического ареала итальянского пруса в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

Климатический ареал *C. italicus* в условиях климата 2030–2039 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5 (см. рис. 2.4) также расширяется к северу, однако, в отличие от умеренного сценария SSP2-4.5, происходит более выраженное расширение к востоку (до границ Красноярского края, 92–93°в.д., а в европейской части исходного ареала в большей части Черноземья и в Приазовье вероятность принадлежности территорий к ареалу уменьшается (в основном слабо).

Рис. 2.5 представляет изменение климатического ареала *C. italicus* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. Сильно увеличивается вероятность принадлежности к ареалу территорий до 60°с.ш. в европейской части России и несколько меньше в азиатской части (в широтах до 58°с.ш.). Возникает небольшая часть климатического ареала на Северном Кавказе. На востоке страны

климатический ареал достигает 100° в.д. (Иркутская область). Отдельные выраженные участки ареала возникают к западу от озера Байкал и в Забайкалье.

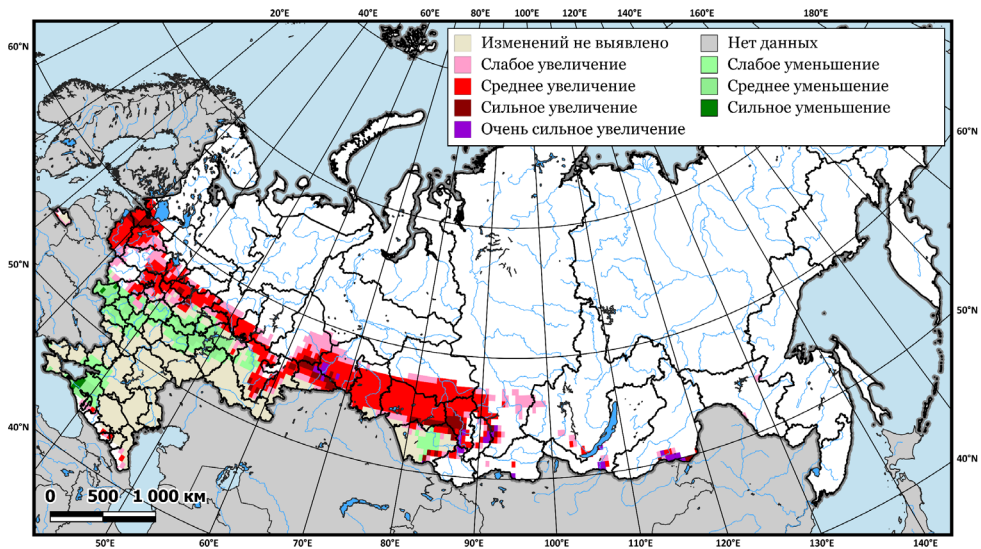


Рисунок 2.4. Изменение климатического ареала итальянского пруса в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

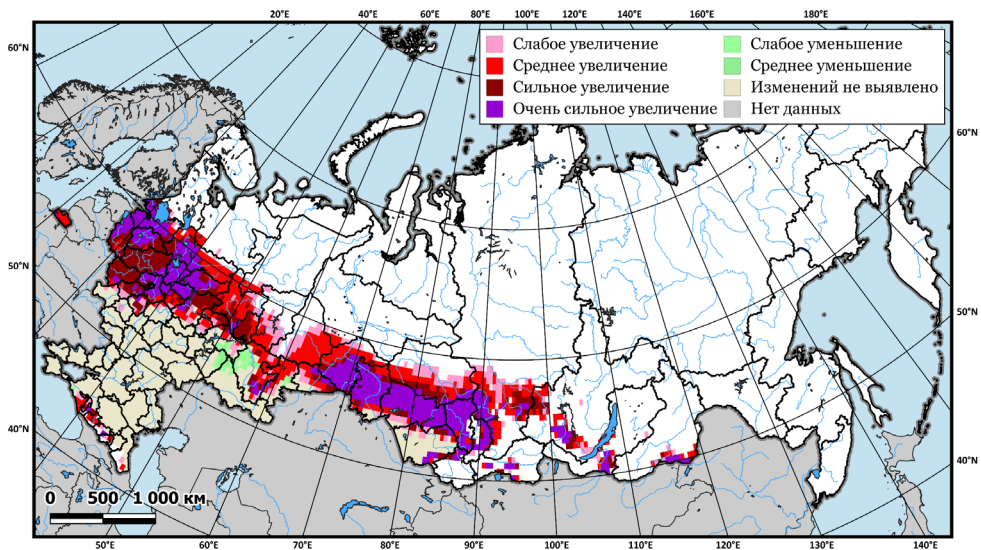


Рисунок 2.5. Изменение климатического ареала итальянского пруса в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

2.2. Хлопковая совка

Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1805) – один из наиболее опасных вредителей растений на Земле, способный повреждать весьма широкий круг как культурных (хлопчатник, томат, кукуруза, табак, бобовые и многие другие), так и дикорастущих растений (Богданович и др., 2025; Чумаков, 2008).

В настоящее время хлопковая совка представляет собой одного из самых широко распространенных насекомых на планете. Области максимальной встречаемости и наибольшей вредоносности хлопковой совки (Богданович и др., 2025; Чумаков, 2008) преимущественно охватывают тропические и субтропические регионы, но этот вредитель наносит также существенный ущерб и в южной и центральной Европе, южной Африке, умеренных зонах Азии, Австралии, Океании и других регионах.

На территории России основными регионами распространения и вредоносности хлопковой совки являются (Богданович и др., 2025; Чумаков, 2008) Северный Кавказ, степная и лесостепная зона Восточно-Европейской равнины и юга Сибири, юг Дальнего Востока. Отмечается (Богданович и др., 2025), что в России по сравнению с первой половиной XX века зона вредоносности хлопковой совки расширилась более чем на 700 км к северу – от южных границ степной зоны до севера лесостепей и юга тайги.

Хлопковая совка – активный мигрант (Богданович и др., 2025): в летние месяцы имаго *H. armigera* нередко обнаруживаются на севере Европы вплоть до 59°с.ш., хотя территории, где возможно успешное завершение всего цикла развития насекомого, в настоящее время расположены гораздо южнее.

Ниже приведен климатический ареал хлопковой совки на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

Климатический ареал *H. armigera*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 2.6), занимает центр и юг европейской части России (за исключением Северного Кавказа), Черноземье и территории к северу от него вплоть до 56–57°с.ш. На западе в него входит Калининградская область. К востоку ареал простирается в южной Сибири до границ Красноярского края (около 90°в.д.). На севере он ограничен 56–57°с.ш. Имеются участки климатического ареала в Забайкалье (точечные) и на Дальнем Востоке (значительные).

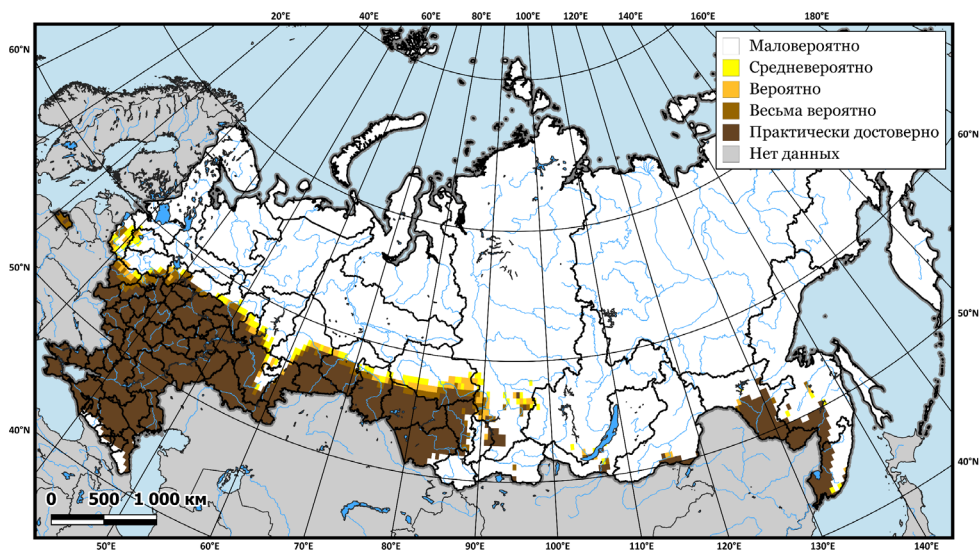


Рисунок 2.6. Климатический ареал хлопковой совки в условиях климата 1990–1999 гг.

В условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 2.7) климатический ареал *H. armigera* расширяется к северу, достигая 60°с.ш. Очень сильно повышается вероятность принадлежности к климатическому ареалу участка Северо-западного округа – Псковской, Новгородской, Ленинградской областей. В Сибири ареал расширяется к востоку, появляется участок ареала, огибающий с севера горы Южной Сибири и практически сливающийся с участками в Забайкалье. Появляются точечные участки ареала в Якутии. Расширяется ареал на Дальнем Востоке. В исходной части климатического ареала вероятность принадлежности к климатическому ареалу в основном не меняется.

Климатический ареал хлопковой совки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 2.8) по очертаниям не сильно отличается от такового в условиях климата 2030–2039 гг., приведенном на предыдущем рис. 2.7. Однако во всей полосе расширения ареала к северу происходит очень сильное увеличение принадлежности к климатическому ареалу, в отличие от преимущественно «среднего увеличения» для 2030–2039 гг.

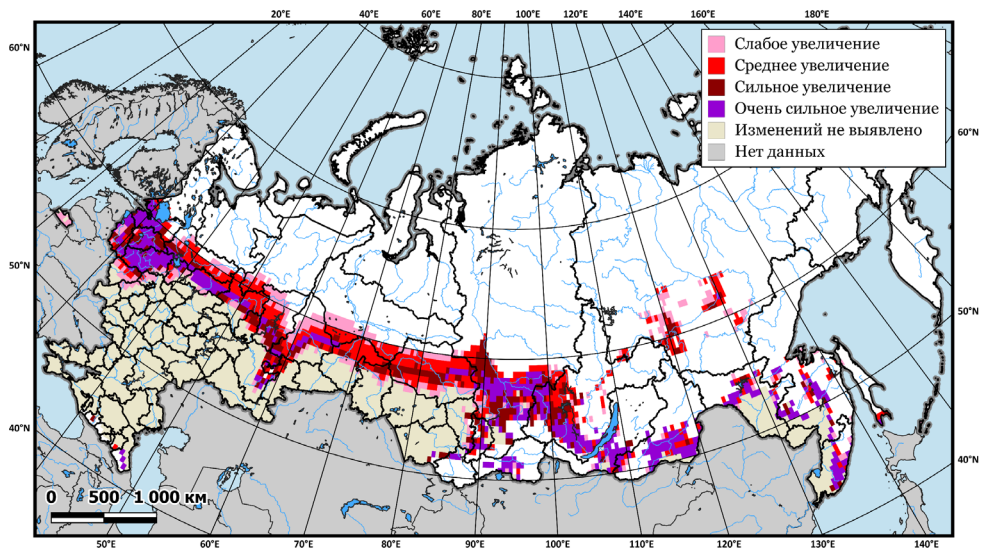


Рисунок 2.7. Изменение климатического ареала хлопковой совки в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

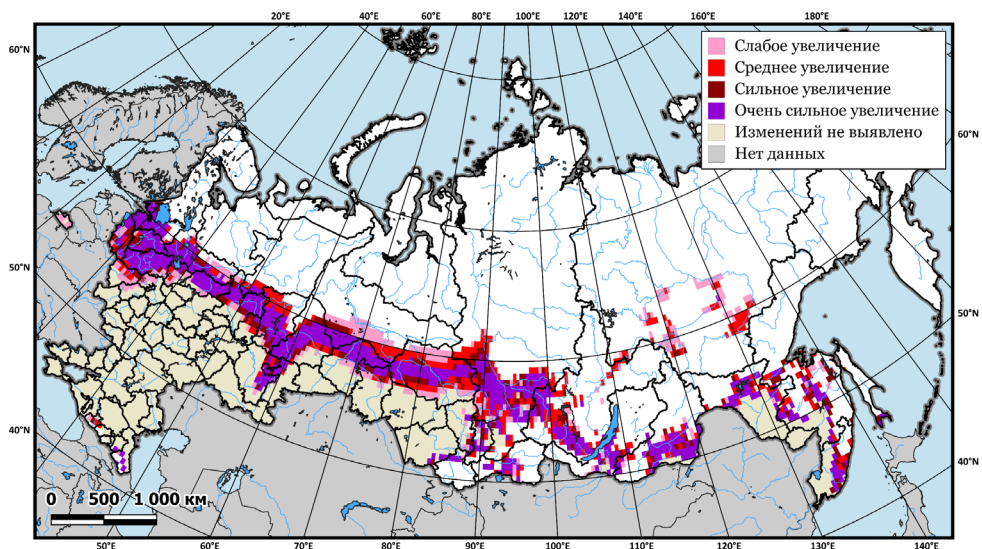


Рисунок 2.8. Изменение климатического ареала хлопковой совки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

Рис. 2.9 и рис. 2.10 показывают изменение климатического ареала *H. armigera* в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

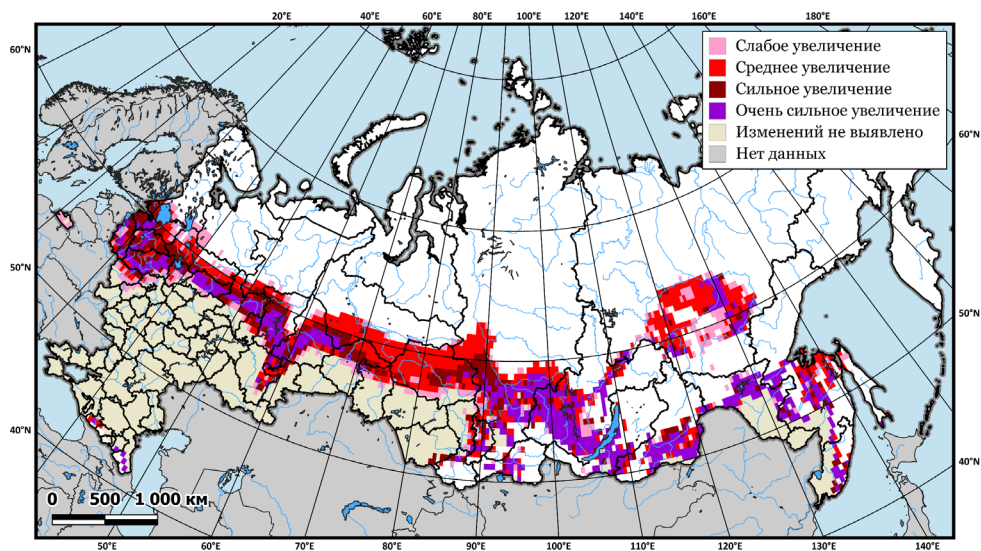


Рисунок 2.9. Изменение климатического ареала хлопковой совки в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Климатический ареал *H. armigera* в условиях климата 2030–2039 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5 (см. рис. 2.9) расширяется к северу, достигая и местами пересекая линию 60°с.ш. В Сибири к востоку от исходного ареала протягивается прерывистая полоса участков с очень сильным повышением принадлежности к ареалу. Расширяется климатический ареал на Дальнем Востоке. Также возникает крупный, ограниченный, не сплошной участок ареала в Якутии, достигающий на севере 63–64°с.ш.

Рис. 2.10 представляет изменение климатического ареала *H. armigera* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. Очень сильно увеличивается вероятности принадлежности к климатическому ареалу широкой полосе вдоль северной границы исходного, вплоть до 62°с.ш. В Сибири ареал расширяется к востоку от исходного, образуя сплошную полосу, двумя ветвями уходящие к Дальнему Востоку и в Якутию. В исходной части климатического ареала вероятность принадлежности к климатическому ареалу остается в основном неизменной.

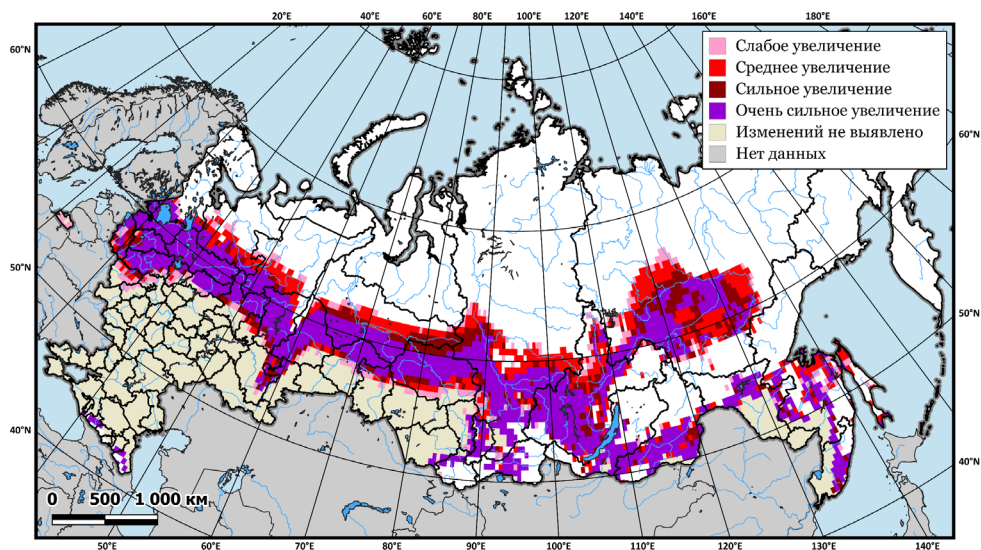


Рисунок 2.10. Изменение климатического ареала хлопковой совки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

2.3. Средиземноморская плодовая муха

Средиземноморская плодовая муха (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824) – широко распространенное насекомое-полифаг, опасный карантинный вредитель плодовых культур.

Высокая степень вредоносности средиземноморской плодовой мухи связана с большим разнообразием культур, которые она повреждает – цитрусовые, плодовые, овощные, ягодные (Богданович и др., 2023а; Второй оценочный доклад..., 2014; Магомедов, Атанов, 2012). Повреждаются в том числе такие пользующиеся большим спросом фрукты как яблоки, груши, персик, абрикос, слива, апельсин, тропические фрукты и др. Это насекомое способно повреждать до 80–100% урожая.

C. capitata широко распространена в низких широтах Северного полушария. В настоящее время этот вид обитает в Африке, Центральной и Южной Америке, на юге Европы, на Ближнем Востоке, в Австралии. На территории России *C. capitata* встречается (Богданович и др., 2023а) на побережье Черного и Азовского морей, однако постоянных популяций пока не выявлено.

Отмечается (Магомедов, Атанов, 2012), что за последние несколько десятилетий ареал *C. capitata* значительно расширился к

северу. Изменение климата (главным образом, температурного режима) упоминается, как одна из основных причин распространения вредителя (Богданович и др., 2023а; Магомедов, Атанов, 2012). В связи с тем, что *C. capitata* представляет существенную угрозу плодоводству, и ее акклиматизация в более высоких широтах на территории России может привести к значительным экономическим потерям, этому виду было уделено внимание во Втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (2014).

Ниже приведен климатический ареал средиземноморской плодовой мухи на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

Климатический ареал *C. capitata*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 2.11), занимает небольшую область на юге Краснодарского края, от побережья Черного моря до широты г. Краснодара, и, вероятно, в него входят два локуса на западном и южном берегах полуострова Крым.

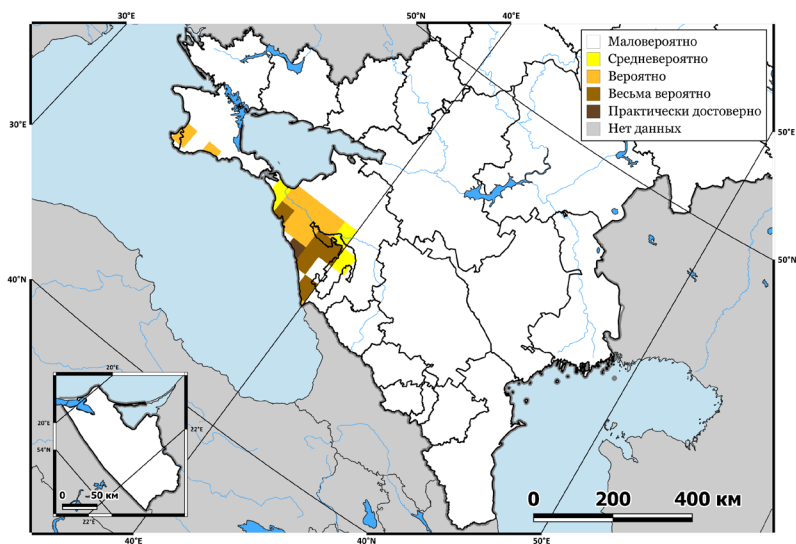


Рисунок 2.11. Климатический ареал средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 1990–1999 гг.

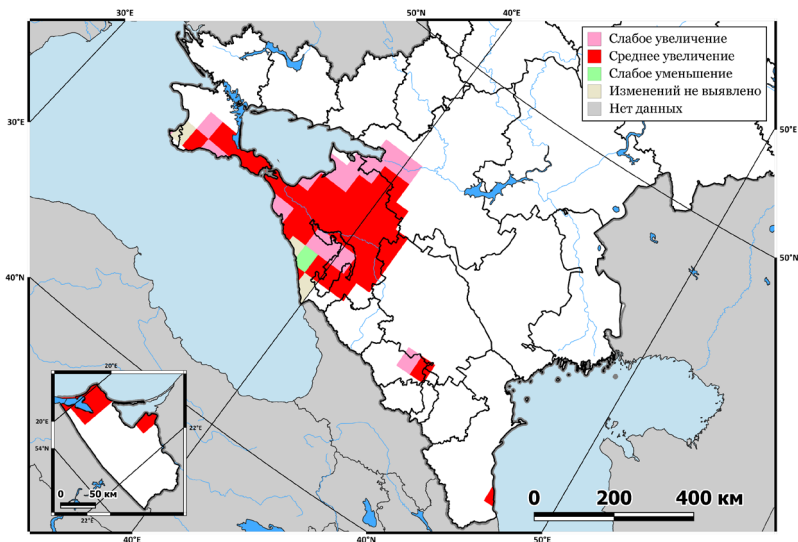


Рисунок 2.12. Изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5.

На рис. 2.12 показано изменение климатического ареала *C. capitata* в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. Климатический ареал расширяется к северу и востоку, переходя границы Ростовской области и Ставропольского края. Средне увеличивается вероятность принадлежности к ареалу на востоке Крыма. Появляются новые точечные участки ареала на северном Кавказе в районе Нальчика, на побережье Каспийского моря, а также точечный участок в Калининградской области.

На рис. 2.13 представлено изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. В 2030–2039 гг. в центре исходной части климатического ареала вероятность принадлежности к климатическому ареалу увеличивается очень сильно. В Крыму ареал расширяется к западу, занимая всю южную часть полуострова. Появляются новые точечные участки ареала на территории Херсонской и Запорожской областей.

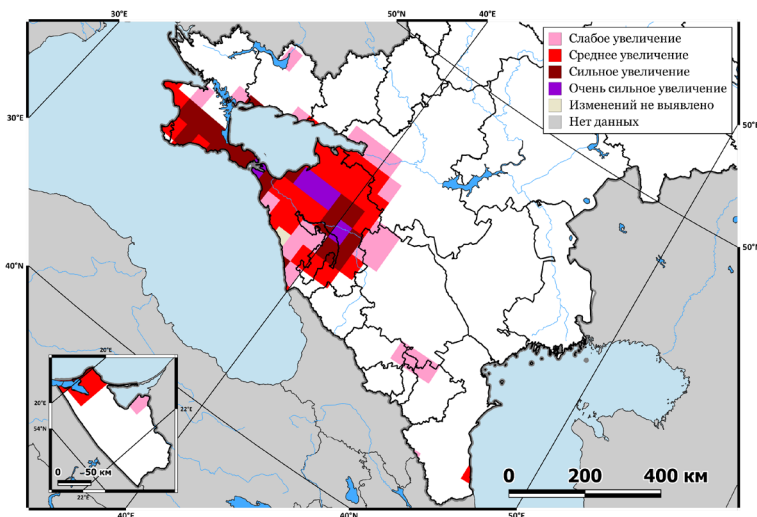


Рисунок 2.13. Изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

Рис. 2.14 и 2.15 показывают изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

Климатический ареал *C. capitata* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 расширяется (см. рис. 2.14), как и в условиях сценария SSP2-4.5. Участок в Краснодарском крае расширяется к северу и востоку, переходя границы Ростовской области и Ставропольского края. «Сильно», а местами «очень сильно» увеличивается вероятность принадлежности к ареалу всей территории Крыма. Появляются новые точечные участки ареала на северном Кавказе к северу от Нальчика, на побережье Каспийского моря, а также прерывистый участок в Калининградской области.

Рис. 2.15 представляет изменение климатического ареала *C. capitata* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. В Краснодарском крае ареал расширяется, не выходя, однако, за границы края, то есть несколько меньше, чем в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 (рис. 2.14). Для всей территории полуострова Крым вероятность принадлежности к климатическому ареалу увеличивается. Возникает новый участок климатического ареала на территории Херсонской и Запорожской областей. Также сильно увеличивается вероятность принадлежности к климатическому ареалу всей территории Калининградской области.

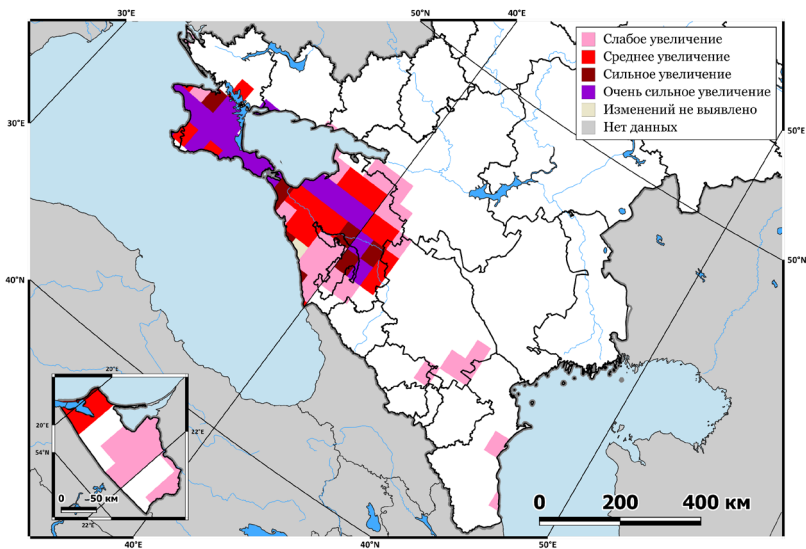


Рисунок 2.14 Изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

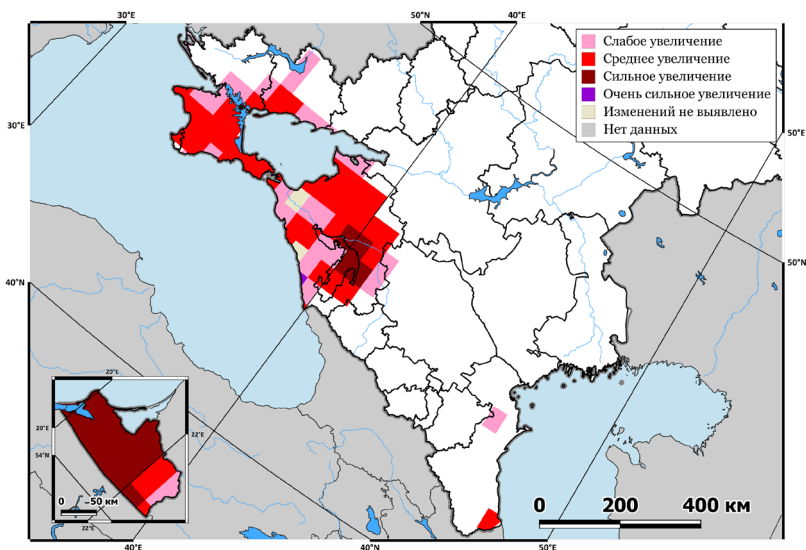


Рисунок 2.15. Изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Раздел 3. Насекомые-вредители леса

В настоящее время основной причиной гибели лесов в России являются лесные пожары. Однако вредители и болезни также наносят сравнимый ущерб лесам. По данным органов Российской Федерации, ответственных за состояние российских лесов, например, в 2016 году в общей площади погибших лесов 56.4% лесов погибли от пожаров, 17.4% от воздействия насекомых-вредителей и 13.7% от болезней. По данным государственного лесопатологического мониторинга очаги вредителей были распространены в лесных насаждениях на общей площади 4 млн га, и есть тенденция к расширению этой площади.

Значительный ущерб, наносимый лесам насекомыми-вредителями, требует эффективных мер по мониторингу и контролю вредителей. Мероприятия по локализации и ликвидации очагов вредителей леса систематически проводятся в стране. Это делается прежде всего в регионах с наиболее сложной лесопатологической ситуацией.

Насекомые-вредители лесных растений являются климатозависимыми. Это, в частности, означает, что их климатические ареалы могут менять свое положение в географическом пространстве вследствие изменения климата. Таким образом, разработка и реализация эффективных мер адаптации лесного хозяйства к изменениям климата требуют информации о пространственном расположении климатических ареалов опасных листо- и хвоегрызущих насекомых-вредителей и возможном изменении расположения в условиях будущих климатов.

Насекомые-вредители леса – обширная группа биологических видов. Для этого раздела выбраны два, представляющие значительную угрозу лесам России в настоящее время и в 21 веке в целом (см. табл. 5).

3.1. Непарный шелкопряд

Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758) – опасный вредитель лесных и плодовых деревьев (Богданович и др., 2023б). Ущерб растениям наносят гусеницы шелкопряда, питаясь листьями и хвоей.

Географический ареал обитания *L. dispar* обширен. В Евразии непарный шелкопряд встречается в Европе, в Малой Азии, в Казахстане, Средней Азии (в основном в горах), в северной Монголии, северо-

Таблица 5. Климатические предикторы насекомых-вредителей леса

Вид насекомого-вредителя	Характеристика	Климатические предикторы
Непарный шелкопряд (<i>Lymantria dispar</i> Linnaeus, 1758)	Опасный фитофаг, питающийся более 500 видами растений и способный к вспышкам массового размножения	- Годовая СЭТ > 500°C (температурный порог для СЭТ равен 10.4°C); - Средняя месячная температура в самый теплый месяц года не должна превышать +27°C (Vanhanen et al., 2007; Клобуков и др., 2018)
Ясенева узкотелая златка (<i>Agrilus planipennis</i> Fairmaire, 1888)	Инвазивный вид, представляющий серьезную угрозу для ясеневых насаждений в Северной Евразии и Северной Америке	- Годовая СЭТ > 700°C (температурный порог для СЭТ равен 10°C) - Минимальная среднесуточная температура > -34°C - Максимальная среднесуточная температура < 38°C; - Гидротермический коэффициент (ГТК) Сеянинова > 0.7 - Среднемесячная температура самого холодного месяца > -18°C (Orlova-Bienkowskaja, Bienkowski, 2020; Orlova-Bienkowskaja, Bienkowski, 2022; Barker et al., 2023; Афонин, Соколова, 2018)

восточном Китае, Корее, Японии. В России вид распространен по всей европейской части (кроме севера), на Северном Кавказе, в Приуралье, Забайкалье, южной Сибири и на Дальнем Востоке. В Северной Америке (юго-восток Канады и США) непарный шелкопряд является завозным видом (Богданович и др., 2023б; Гричанов, 2008б).

Непарный шелкопряд многояден (Богданович и др., 2023б; Гричанов, 2008б). Список его кормовых растений включает около 500

видов, причем в разных частях ареала максимально повреждаются разные породы. Из лесных пород от него больше всего страдают дубы, представители семейств розоцветных, березовых, ивовых, кленовых, липовых. Из плодовых культур чаще повреждаются яблоня, груша, вишня, черешня, на Дальнем Востоке и Средней Азии также абрикос.

Непарный шелкопряд способен к распространению на большие расстояния и вспышкам массового размножения (Богданович и др., 2023б), в связи с чем прогноз возможного расширения его ареала в связи с изменением климата имеет большое значение.

Ниже приведен климатический ареал непарного шелкопряда на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

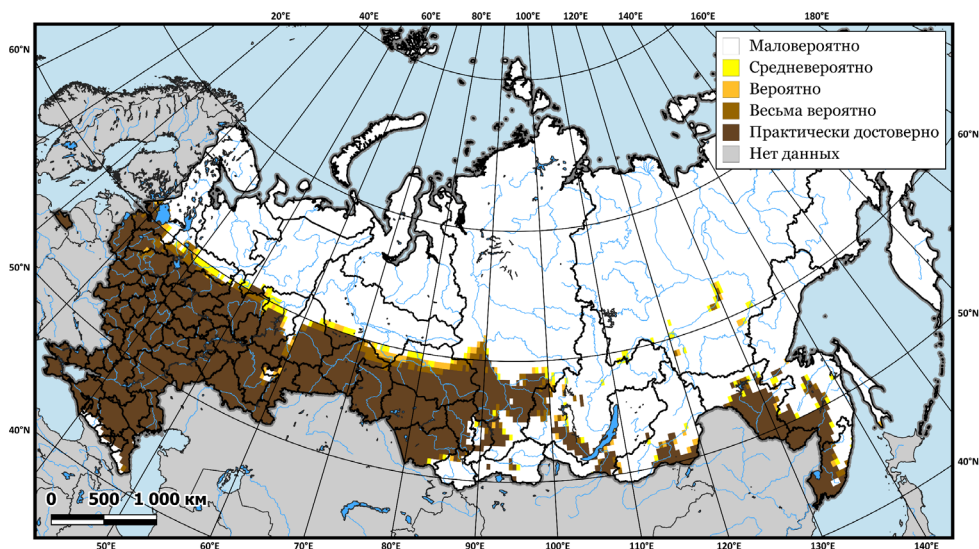


Рисунок 3.1. Климатический ареал непарного шелкопряда в условиях климата 1990–1999 гг.

Климатический ареал *L. dispar*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 3.1), обширен. На территории России западнее 100° в.д. его северная граница соответствует примерно 60° с.ш., причем у западной границы страны достигает 62° с.ш. На востоке страны в него входят некоторые территории в Иркутской области и Хабаровском крае, а также обширная часть имеется на Дальнем Востоке в Приморье.

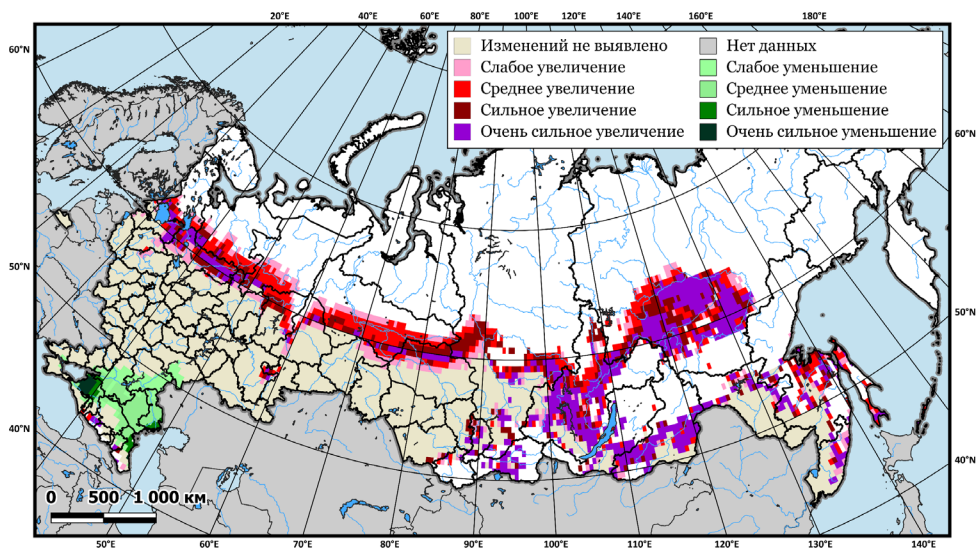


Рисунок 3.2. Изменение климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

При умеренном климатическом сценарии SSP2-4.5, в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. (см. рис. 3.2) западнее 95° в.д. климатический ареал *L. dispar* расширяется к северу, достигая приблизительно 62° с.ш. Также расширяется ареал к востоку, образуя две ветви, одна из которых протягивается в Якутию, достигая 63–64° с.ш., а вторая протягивается вдоль южной границы России до Дальнего Востока, объединяя прежде отдельные участки ареала в сплошную зону. Вероятность принадлежности к климатическому ареалу понижается для участков климатического ареала на юге европейской части России (понижение среднее, местами сильное).

Изменения климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 3.3) весьма похожи на описанные на рис. 3.2 для климата 2030–2039 гг. Западнее 95° в.д. ареал расширяется к северу приблизительно до 62–63° с.ш. Восточнее 95° в.д. расширение образует две ветви, одна из которых достигает в Якутии 63–64° с.ш., а вторая располагается вдоль южной границы России до Дальнего Востока, вбирая разрозненные участки исходного климатического ареала. Однако вероятность принадлежности к климатическому ареалу на юге европейской части России уменьшается очень сильно на некоторых участках у побережья Азовского и Каспийского морей.

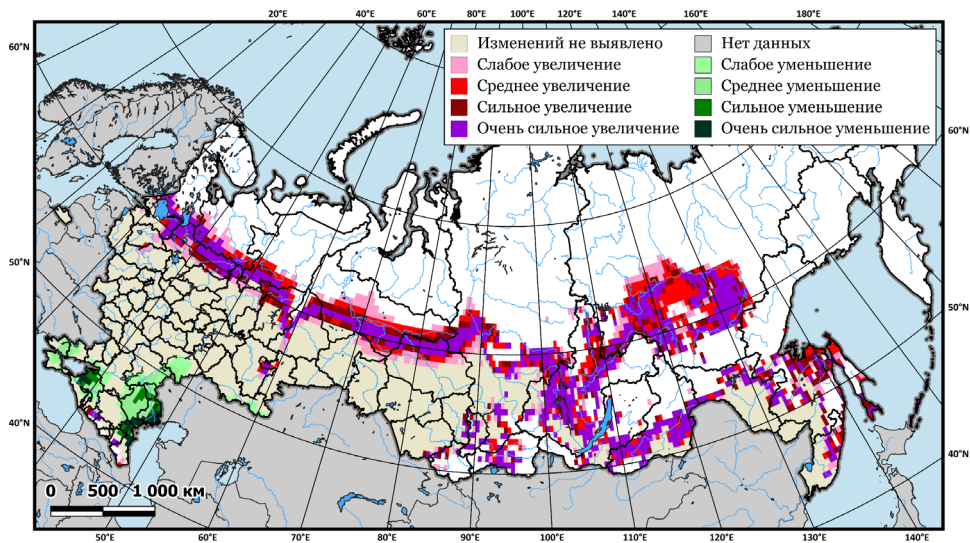


Рисунок 3.3. Изменение климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

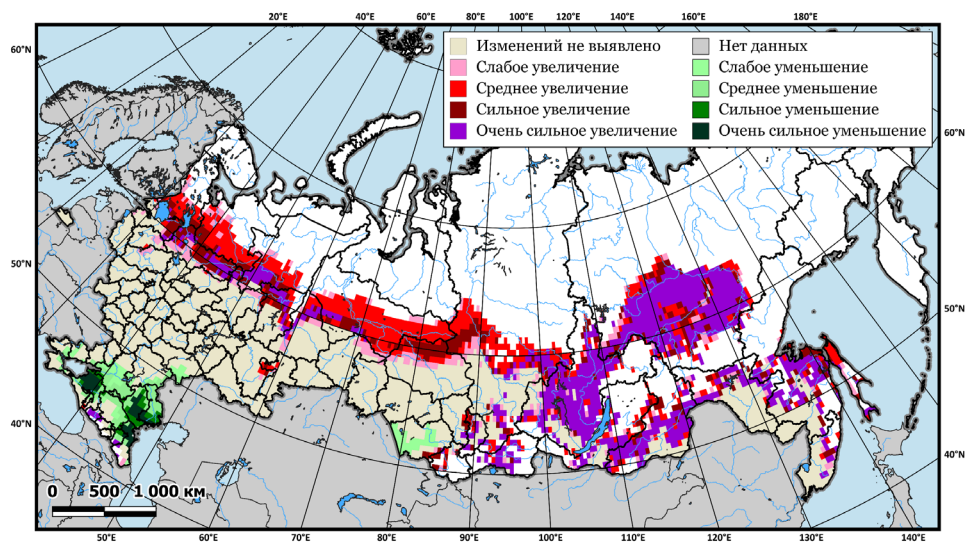


Рисунок 3.4. Изменение климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

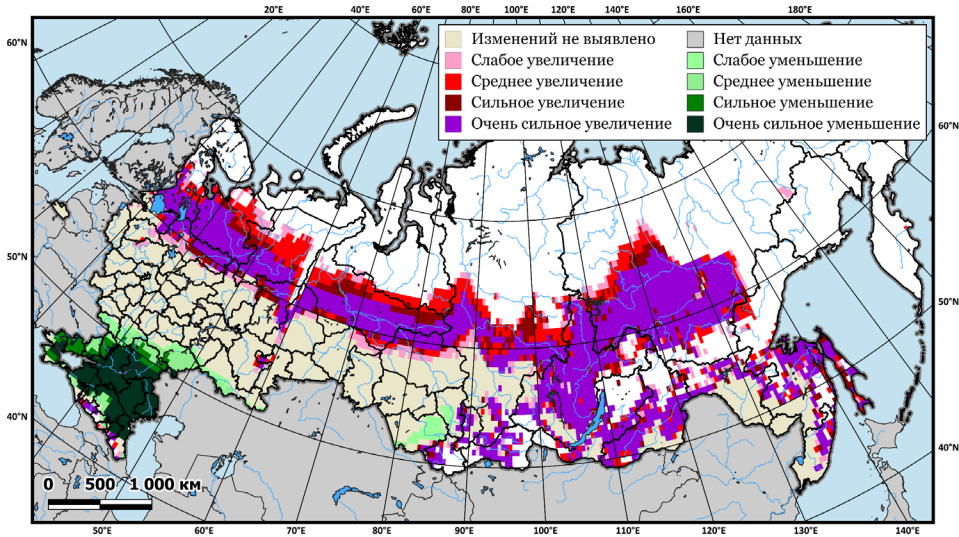


Рисунок 3.5. Изменение климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Рис. 3.4 и рис. 3.5 показывают изменение климатического ареала непарного шелкопряда в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

Климатический ареал *L. dispar* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 (см. рис. 3.4) западнее 95° в.д. расширяется к северу, достигая 63–64° с.ш. В Сибири восточнее 100° в.д. расширение ареала происходит двумя ветвями, как и при сценарии SSP2-4.5 (одна ветвь достигает Якутии, а вторая располагается вдоль южной границы России до Дальнего Востока, объединяя прежде отдельные участки в сплошную зону), но очень сильно увеличивается вероятность принадлежности новых участков к климатическому ареалу. Вероятность принадлежности к климатическому ареалу понижается средне на юге европейской части России, но очень сильно – на отдельных участках у побережья Азовского и Каспийского морей. Слабое понижение вероятности принадлежности к ареалу наблюдается на некоторых участках в Алтайском крае.

Рис. 3.5 представляет изменение климатического ареала *L. dispar* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. Очень сильно увеличивается вероятность вхождения в климатический ареал обширной полосы к северу от исходного до 64–65°, а также на всей территории Иркутской области, в южной части Якутии, в Забайкалье, и

на Дальнем Востоке. Напротив, на юге европейской части России практически везде очень сильно уменьшается вероятность принадлежности к климатическому ареалу *L. dispar*.

3.2. Ясенева узкотелая златка

Ясенева узкотелая златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888) – инвазивный вид жуков-златок. Опасный вредитель различных видов ясеня (Баранчиков и др., 2024).

Ясенева узкотелая златка (также известная как ясенева изумрудная узкотелая златка) – типичный представитель вида, расселившегося далеко за пределы своего первичного ареала. Исходно – обитатель Восточной Азии (Китай, Корейский полуостров, Япония, юг российского Дальнего Востока), *A. planipennis* не причиняет там существенного вреда местным растениям-хозяевам, достаточно устойчивым к данному вредителю. На всем остальном вторичном ареале своего обитания, включающем в Америке большую часть США и шесть провинций Канады, а в Европе – обширные пространства от Волги до Днепра, *A. planipennis* является инвазионным видом. Ясеновой златкой повреждаются различные виды ясеня, широко используемые в городских посадках вследствие их декоративных свойств. В Европе это в первую очередь интродуцированный американский вид *Fraxinus pennsylvanica* и местный *Fraxinus excelsior* (Баранчиков и др., 2024).

Ясенева узкотелая златка признана опасным вредителем лесных и культур и внесена в карантинные списки большинства стран Северного полушария. В связи с этим выявление зон, климатически благоприятных для распространения этого вида, имеет большое значение (Баранчиков и др., 2024).

Ниже приведен климатический ареал ясеновой узкотелой златки на территории России в условиях климата 1990–1999 гг., а также его изменения в условиях климатов 2030–2039 и 2050–2059 гг. для двух сценариев антропогенного воздействия на климат – умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5.

Климатический ареал *A. planipennis*, соответствующий климату 1990–1999 гг. (см. рис. 3.6), на территории России включает ее европейскую часть, достигая широты 57–58°с.ш. на севере и границ страны на юге, за исключением центральных областей Крыма, некоторых районов на юге Приднепровья и на Северном Кавказе, а также территорий в нижнем течении Волги и прилегающих к границе с

Казахстаном. Огибая с юга Уральские горы, ареал продолжается в Сибири до границ Красноярского края. Отдельный участок ареала находится на Дальнем Востоке и точечный – в южном Забайкалье.

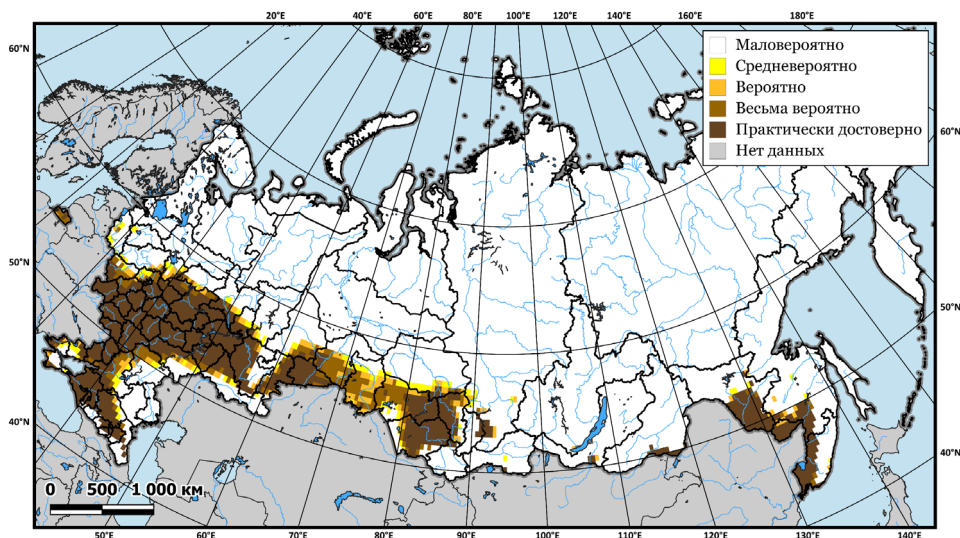


Рисунок 3.6. Климатический ареал ясеневоузкотелой златки в условиях климата 1990–1999 гг.

На рис. 3.7 показано изменение климатического ареала *A. planipennis* в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5. В Европейской части России происходит расширение климатического ареала к северу до 60°с.ш., а у западной границы – до 65°с.ш. На юге страны в ряде регионов вероятность принадлежности к климатическому ареалу уменьшается, местами сильно. В Азиатской части России западнее 95°в.д. происходит расширение к северу примерно до 60°с.ш., а восточнее 95°в.д. климатический ареал расширяется в северо-восточном направлении, достигая побережья оз. Байкал. На Дальнем Востоке климатический ареал точно расширяется к северу и востоку.

Климатический ареал ясеневоузкотелой златки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. для умеренного климатического сценария SSP2-4.5 (см. рис. 3.8) расширяется приблизительно так же, как и в условиях климата 2030–2039 гг. (рис. 3.7), однако вероятность распространения на новых участках *A. planipennis* во многих случаях повышается «очень сильно».

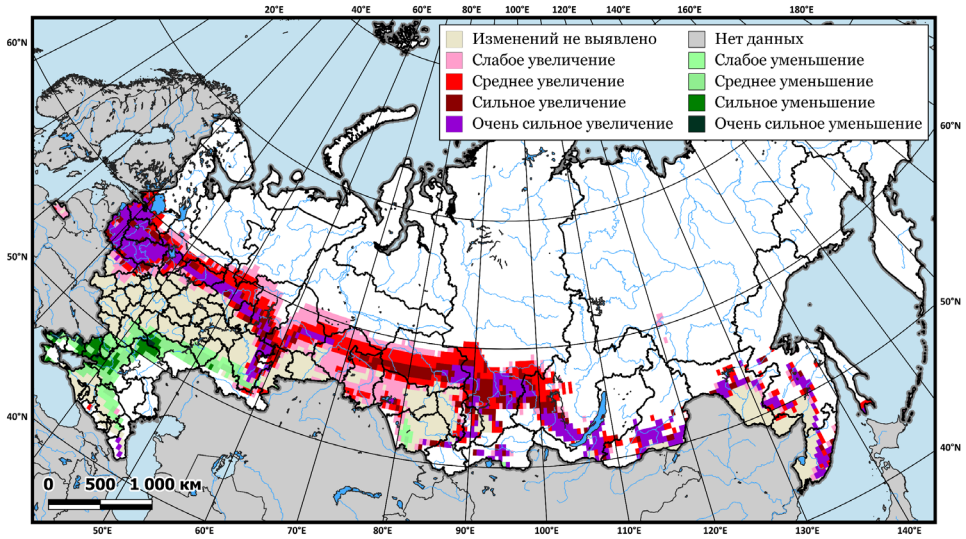


Рисунок 3.7. Изменение климатического ареала ясеневой узкотелой златки в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

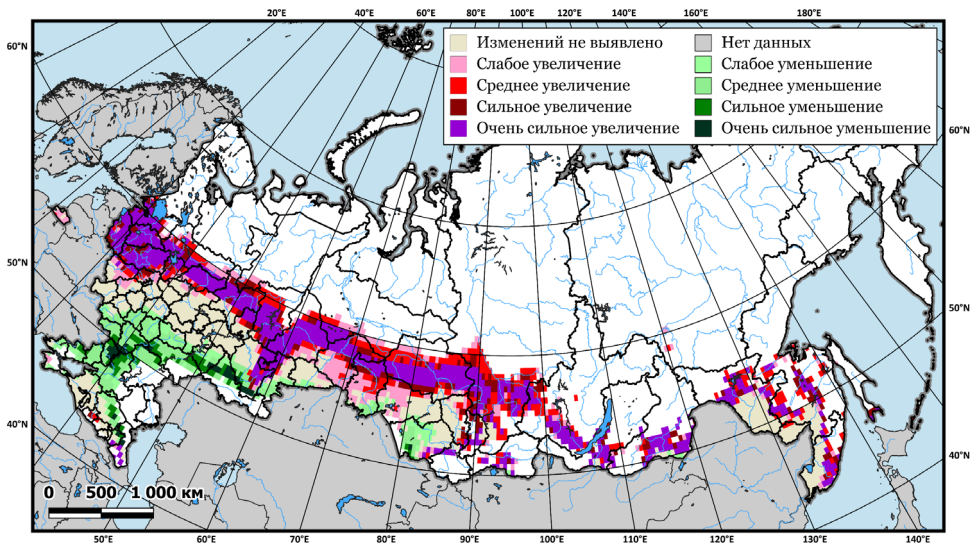


Рисунок 3.8. Изменение климатического ареала ясеневой узкотелой златки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; умеренный климатический сценарий SSP2-4.5

Также более выражено уменьшается вероятность принадлежности к ареалу участков на юге европейской части России – средне до сильного и очень сильного. На Дальнем Востоке в Приморье и в Хабаровском крае происходит заметное расширение к северу, примерно до 53°с.ш.

Рис. 3.9 и рис. 3.10 показывают изменение климатического ареала ясеновой узкотелой златки в условиях климатов 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. для экстремального климатического сценария SSP5-8.5.

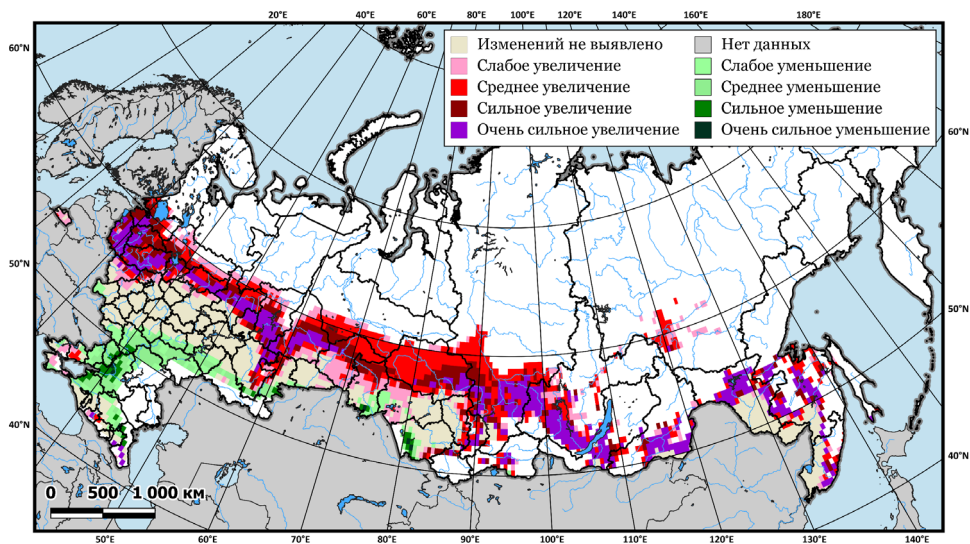


Рисунок 3.9. Изменение климатического ареала ясеновой узкотелой златки в условиях климата 2030–2039 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Климатический ареал *A. planipennis* в условиях климата 2030–2039 гг. при сценарии SSP5-8.5 (см. рис. 3.9) изменяется по сравнению с 1990–1999 гг. в целом сходно с тем, как это происходит при умеренном сценарии (см. рис. 3.7). Следует отметить, однако, что в средней части Сибири изменения затрагивают большую широтную полосу, однако вероятности принадлежности к климатическому ареалу увеличиваются не так сильно. Расширяются участки ареала в Забайкалье и на Дальнем Востоке. Появляется новый участок ареала в южной части Якутии. Вероятность принадлежности к климатическому ареалу уменьшается на территориях юга европейской части России и в среднем Поволжье, а также на отдельных участках в Омской, Новосибирской областях и в Алтайском крае.

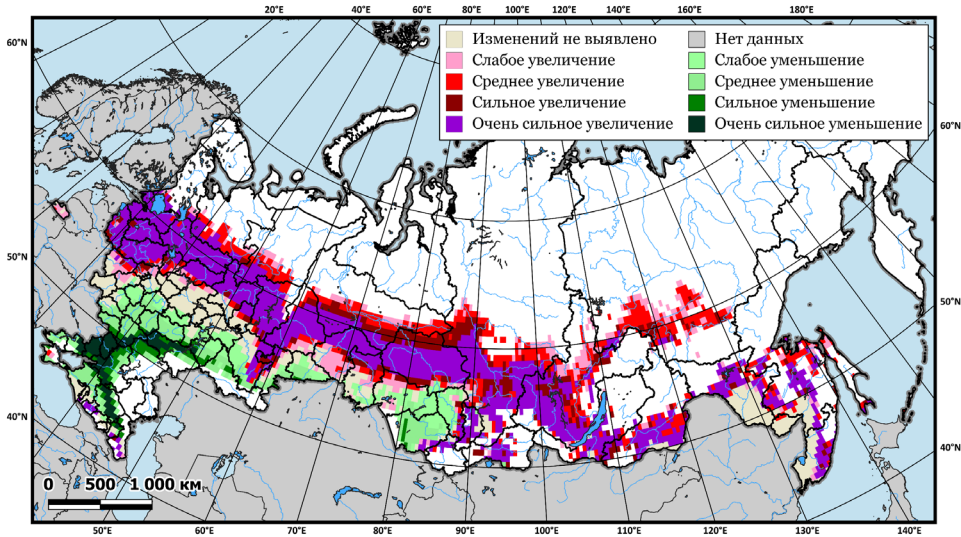


Рисунок 3.10. Изменение климатического ареала ясеневой узкотелой златки в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг.; экстремальный климатический сценарий SSP5-8.5

Рис. 3.10 представляет изменение климатического ареала *A. planipennis* в условиях климата 2050–2059 гг. по сравнению с климатом 1990–1999 гг. при экстремальном сценарии SSP5-8.5. Западнее 95° в.д. очень сильно увеличивается вероятность вхождения в климатический ареал в широкой полосе вплоть до 61–62° с.ш. К востоку от 95° в.д. климатический ареал *A. planipennis* расширяется, протягиваясь двумя прерывистыми, но хорошо выраженными полосами в южную Якутию и вдоль южных границ России до Дальнего Востока. В исходной части ареала, напротив, очень сильно уменьшается вероятность вхождения в ареал областей на юге европейской части России, и слабо уменьшается – в Черноземье, среднем Поволжье, в Алтайском крае, Новосибирской и Кемеровской областях.

Послесловие

Современные изменения климата, в том числе изменения температуры воздуха в приповерхностном слое по сравнению с доиндустриальными уровнями 1850–1900 гг., установлены путем гидрометеорологических наблюдений на сети наземных метеостанций, а также на океанах по результатам измерений на кораблях и с помощью автоматических буев. Эти изменения стали особенно заметны с 1970-х годов. Хотя средние глобальные изменения невелики (например, температура увеличилась чуть более чем на 1°C), в отдельных регионах мира их значения гораздо больше. В среднем на территории России в 1976–2024 гг. среднегодовая температура увеличивалась со скоростью 0.5°C/10 лет, т.е. за весь период потеплело почти на 2.5°C. И это только средние цифры, характеризующие увеличение температуры. Меняются и показатели экстремальности, и не только для температуры воздуха.

Реагировать на нежелательные изменения климата можно двумя способами: митигация и адаптация. Митигация (от английского *mitigation* – смягчение) – такое изменение глобальных антропогенных воздействий на климатическую систему Земли, которое препятствует нежелательным изменениям климата. Это требует общих усилий всех стран мира, и этой проблемы мы здесь касаться не будем. Адаптация – такие ответные меры, которые, безотносительно причин изменений климата, снижают их отрицательные последствия и усиливают положительные. Это можно делать и на уровне страны и частей страны, что, вообще говоря, не требует взаимодействий с другими странами (хотя они часто и полезны).

Чтобы разрабатывать и внедрять программы и меры адаптации, необходимо, прежде всего, знать, где при изменении климата возникают дополнительные риски, где существующие риски ослабляются. При этом надо проводить такой анализ в условиях различных сценариев изменения климата в будущем. Именно такую информацию должны предоставлять климатологи государственным и иным организациям, отвечающим за здоровье населения, за состояние хозяйственных и природных систем. А разработка соответствующих программ и мер адаптации – задача этих организаций. Конечно, климатологи могут оказывать им необходимое содействие при необходимости.

Настоящий атлас – пожалуй, первое географическое издание, предоставляющее информацию для территории России о климатогенном изменении пространственного распространения биологических объектов, представляющих опасность для здоровья населения, производства продовольствия и состояния лесов и парков.

Это издание лишь демонстрирует подход, характер и стиль представления климатологической информации потребителям. Надеемся на то, что в ходе взаимодействия с потребителями наш проект будет развиваться, охватывать все больше приоритетных для анализа объектов.

Список литературы

Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.). Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия]. – 2008. – URL: <https://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 21.02.2025)

Афонин А.Н., Соколова Ю.В. Эколого-географический анализ и моделирование распространения биологических объектов с использованием ГИС. – СПб.: Изд-во ВВМ, 2018. – 121 с.

Баранчиков Ю.Н., Добролюбов Н.Ю., Семенов С.М. Изменения климатического ареала ясеновой узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) в Северном полушарии // Российский журнал биологических инвазий. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 14-26.

Бега А.Г., Москаев А.В., Гордеев М.И. Экология и распространение инвазивного вида комаров *Aedes albopictus* (Skuse, 1985) на юге Европейской части России // Российский журнал биологических инвазий. – 2021. – № 1. – С. 21-37.

Бега А.Г., Москаев А.В., Горячева И.И., Андрианов Б.В., Гордеев М.И. Инвазия Азиатского тигрового комара *Aedes albopictus* (Skuse, 1985) на полуостров Крым // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2022. – Т. 127, № 5. – С. 15–20.

Богданович А.Ю., Андреева А.П., Добролюбов Н.Ю., Крыленко С.В., Липка О.Н., Семенов С.М. Возможное расширение на юге России климатического ареала средиземноморской плодовой мухи – опасного вредителя плодовых культур // Метеорология и гидрология. – 2023а. – № 1. – С. 103–111.

Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю., Крыленко С.В., Баранчиков Ю.Н., Липка О.Н., Семенов С.М. Климатический ареал непарного шелкопряда на территории России, соответствующий климатам конца XX века и XXI века // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2023б. – Т. 9, № 1 – С. 65–88.

Богданович, А.Ю., Семенов С.М., Добролюбов Н.Ю. Система RANGES // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024668052. Дата государственной регистрации 01 августа 2024 года.

Богданович А.Ю., Фролов А.Н., Семенов С.М. Современный климатический ареал хлопковой совки и его трансформация в XXI веке вследствие изменения климата // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2025. – Т. 11, № 1. – С. 8–54.

Вредители и болезни – самая серьезная угроза лесам после пожаров. ЛесПромИнформ № 1 (123). – 2017. – <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4574>

Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Под ред. Катцова В.М., Семенова С.М. – М., Росгидромет, 2014. – 1009 с.

Ганушкина Л.А., Дремова В.П. Комары *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* – переносчики арбовирусных инфекций, биология, экология, распространение, отличительные признаки видов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2011. – № 4. – С. 24–28.

Гричанов И.Я. Вредители сельскохозяйственных культур. *Calliptamus italicus* (L.) – Итальянский прус // Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия] – 2008а. – URL: https://agroatlas.ru/ru/content/pests/Calliptamus_italicus/index.html (дата обращения 15.08.2025).

Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Вредители сельскохозяйственных культур. *Ocneria dispar* (L.) – Непарный шелкопряд // Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия] – 2008б. – URL: https://agroatlas.ru/ru/content/pests/Ocneria_dispar/index.html (дата обращения 15.08.2025).

Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. (ред.). Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2018. – 688 с.

Дремова В.П., Ганушкина Л.А. Комары *Aedes aegypti* L. и *Aedes albopictus* Skus. (биология, экология, эпидемиологическое значение, контроль численности). Сообщение 2 // Пест-Менеджмент. – 2008. – № 2(66). – С. 38–41.

Клобуков Г.И., Пономарев В.И., Напалкова В.В. Адаптационные популяционные особенности эмбриональной стадии непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Erebidae) разного широтного происхождения // X чтения памяти О.А. Катаева. – 2018. – С.48–49.

Ларченко К.И. Экология хлопковой совки и сроки борьбы с ней. – Ташкент: ФАН, 1968. – 192 с.

Леншин С.В., Ганушкина Л.А., Патраман И.В., Вышемирский О.И. Эксперимент по способности лабораторных линий

комаров родов *Aedes*, *Culex* и *Anopheles*, происходящих из Сочи, переносить вирус лихорадки Западного Нила // Международная научно-практическая конференция «Молодые ученые в медицине и биологии». – Сочи: ФГБНУ «НИИ МП», 2019. – С. 124–129.

Магомедов У.Ш., Атанов Н.М. Средиземноморская плодовая муха *Ceratitis capitata* (Wied.). Возможности акклиматизации // Карантин растений. Наука и практика. – 2012. – № 2. – С.46–50.

Методы лабораторного культивирования трех видов иксодовых клещей группы *ricinus/persulcatus*: Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 23 с.

Митюшев И.М. Вредители сельскохозяйственных растений. Видеолекция Ильи Митюшева [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://bigenc.ru/c/vrediteli-sel-skokhoziaistvennykh-rastenii-aaecc7> (дата обращения 15.08.2025).

О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2023 году. Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2024. – 364 с.

О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2024 году. Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. – 424 с.

Попов И.О. Климатически обусловленные изменения аутэкологических ареалов иксодовых клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на территории России и стран ближнего зарубежья. Диссертация на соискание степени кандидата биологических наук. – М., ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 112 с.

Попов И.О., Попова Е.Н. Идентификация климатических условий, ограничивающих распространение таежного клеща *Ixodes persulcatus* на территории России и соседних стран // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2020. – Т. 493, № 1. – С. 94–97.

Попов И.О., Семенов С.М., Попова Е.Н. Оценка климатогенной угрозы распространения таежного клеща *Ixodes persulcatus* на территории России и соседних стран в начале XXI века // Известия РАН. Серия географическая. – 2021. – Т. 85. – №.2. – С.231–237.

Попова Е.Н., Попов И.О. Вредные саранчовые на юге России и климатические факторы, влияющие на их размножение и распространение // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2009. – Т. 22. С. 124–146.

Попова Е.Н., Попов И.О. Потенциальные возможности проникновения итальянского пруса в субъекты Российской Федерации в XXI веке в связи с наблюдаемыми и ожидаемыми изменениями климата // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2020. – Т. 31, № 1–2. – С. 34–51.

Семенов С.М., Гладильщикова А.А. Сценарии антропогенных изменений климатической системы в XXI веке // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 75–106.

Семенов С.М., Малеев В.В., Ревич Б.А., Андреева А.П., Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю., Смирнов В.Д. Климатическая информация для адаптационных мер в России в секторе «Здоровье населения»: краткосрочная перспектива // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2024. – Т. 10, № 3. – С. 413–438.

Сергеев М.Г., Чильдебаев М.К., Ванькова И.А., Гаппаров Ф.А., Камбулин В.Е., Коканова Э.О., Лачининский А.В., Пшеницына Л.Б., Темрешев И.И., Черняховский М.Е., Соболев Н.Н., Молодцов В.В. Итальянская саранча *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758). Морфология, экология, распространение, управление популяциями. Рим, ФАО. – 2022.

Сироткин М.Б., Коренберг Э.И. Влияние абиотических факторов на разные этапы развития таежного (*Ixodes persulcatus*) и европейского лесного (*Ixodes ricinus*) клещей // Зоологический журнал. – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 379–396.

Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae). Морфология, систематика, экология, медицинское значение // Отв. ред. Филиппова Н.А. – Л., Наука, 1985. – 416 с.

Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Под ред. Катцова В.М. – СПб.: Научно-технологические исследования, 2022. – 676 с.

Федорова М.В., Швец О.Г., Юничева Ю.В., Медяник И.М., Рябова Т.Е., Отставнова А.Д. Современные границы распространения инвазивных комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L., 1762) и *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) на юге Краснодарского края России // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 2. – С. 101–105.

Филиппова Н.А. Особенности биоразнообразия европейской фауны иксодовых клещей (Acarina, Ixodidae) как переносчиков возбудителей природноочаговых болезней // Паразитология. – 2011. – Т. 45, № 3. – С. 161–181.

Чумаков М.А., Кузнецова Т.Л. Вредители сельскохозяйственных культур. *Helicoverpa armigera* Нбп. – Хлопковая совка // Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.)

Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия] – 2008.–
URL: https://agroAtlas.ru/ru/content/pests/Helicoverpa_armigera (дата обращения 15.08.2025).

Ясюкевич В.В., Попов И.О., Титкина С.Н., Ясюкевич Н.В. Адвентивные виды *Aedes* на территории России – оценка риска новой биологической угрозы здоровью населения России // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2017. – Т. 28, № 3. – С. 1–71.

Barker B.S., Coop L., Duan J.J., Petrice T.R. An integrative phenology and climatic suitability model for emerald ash borer // Front. Insect Sci. – 2023. – Vol. 3.

Mastrandrea, M.D. IPCC Fifth Assessment Guidance Note for Lead Authors IPCC Cross-Working Group for Uncertainties [Electronic resource] // M.D. Mastrandrea, C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, F.W. Zwiers (Core Writing Team), C.A. Jasper Ridge (Ed.) // USA 6-7 July 2010. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – 2010. URL: <http://archive.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf> (accessed 2025-03-07).

Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A.O. Minimum winter temperature as a limiting factor of the potential spread of *Agrilus planipennis*, an alien pest of ash trees, in Europe // Insects. – 2020. -Vol. 11 (4). – P. 258.

Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A.O. Low heat availability could limit the potential spread of the emerald ash borer to Northern Europe (Prognosis based on growing degree days per year) // Insects. – 2022. – V. 13. – P.52.

Vanhanen H., Veteli T.O., Paivinen S., Kellomaki S., Niemela P. Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth – a model study // Silva Fennica. – 2007. – Vol.41. – №.4. – P.621–638.

Zoonoses and communicable diseases common to man and animals. Third edition. Volume III. Parasitoses. Scientific and Technical publication No. 580. – Pan American Health Organization. Pan American Sanitary Bureau, Regional Office of the World Health Organization. – 2003. – 395 p.

Анимированные карты

Данный раздел призван дополнить «Атлас климатогенных угроз здоровью населения, продовольственной безопасности и лесам России, связанных с изменениями климатических ареалов вредоносных видов» динамическим представлением пространственно-временных изменений климатических ареалов. В связи с ограничениями, присущими книжному формату, анимированные карты не могут быть воспроизведены в печатном виде. Для обеспечения полноты восприятия и удобства анализа, они доступны для просмотра в интерактивном режиме на веб-сайте Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля (http://www.igce.ru/climatic_range/).

Ниже представлен перечень анимированных карт, включенных в данное приложение. Следует отметить, что данный список будет пополняться по мере дальнейшей работы над Атласом и подготовки новых материалов:

1. Изменение климатического ареала европейского лесного клеща от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
2. Изменение климатического ареала таёжного клеща от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
3. Изменение климатического ареала азиатского тигрового комара от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
4. Изменение климатического ареала итальянского пруса от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
5. Изменение климатического ареала хлопковой совки от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
6. Изменение климатического ареала средиземноморской плодовой мухи от 1990–1999 гг. до 2050 –2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.

7. Изменение климатического ареала непарного шелкопряда от 1990–1999 гг. до 2050–2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.
8. Изменение климатического ареала ясенево́й узкотелой златки от 1990–1999 гг. до 2050–2059 гг. в условиях умеренного SSP2-4.5 и экстремального SSP5-8.5 сценариев изменения климата.

Надеемся, что использование анимированных карт позволит углубить понимание климатогенных угроз и будет способствовать принятию обоснованных решений в области адаптации к изменению климата.

**Атлас климатогенных угроз здоровью населения,
продовольственной безопасности и лесам России, связанных
с изменениями климатических ареалов вредоносных видов**
Версия 1.0

Семенов С.М., Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю., Кутузова К.М.,
Новикова Е.М.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Принт»
426035, г. Ижевск, ул. Тимирязева 5