

УДК 595.771:591.5(470.2)

ГИДРОЛАНДШАФТНЫЙ МЕТОД РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ: КОНЦЕПЦИЯ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

© 2024 г. Е. В. Панюкова^{а, *}, В. В. Агасой^б, С. Г. Медведев^{с, **}

^а Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, Республика Коми, 167982 Россия

^б Псковский государственный университет,
пл. Ленина, 2, Псков, 180000 Россия

^с Зоологический институт РАН,
Университетская наб. 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

* e-mail: panjukova@ib.komisc.ru; panykova_lena@mail.ru

** e-mail: sgmed@mail.ru

Поступила в редакцию 05.04.2024 г.

После доработки 13.04.2024 г.

Принята к публикации 13.04.2024 г.

Приведены описание метода и алгоритм создания карт-схем гидроландшафтов для решения практических задач прогнозирования и контроля численности массовых видов кровососущих насекомых на примере слепней и комаров. Гидроландшафтный метод заключается в районировании регионов по принципу поступления, распределения и сохранения влаги, как наиболее важного компонента экосистем. Метод оценивает влияние недостаточного или избыточного типов увлажнения на жизнедеятельность амфибиотических насекомых. В гидроландшафты объединяются территории, сходные по влагообеспеченности, рельефу, мезоклимату, почвам, растительности и группам кровососущих насекомых. Приведен опыт применения этого метода для различных регионов Северо-Запада России (Новгородской, Ленинградской и Псковской областей, а также Республики Коми). В результате применения гидроландшафтного метода возможно прогнозирование видового состава и относительной численности кровососущих насекомых на труднодоступных территориях, перед их освоением человеком.

Ключевые слова: кровососущие комары, слепни, Culicidae, Tabanidae, ландшафты, гидроландшафты, энтомологическое районирование, классификация, Северо-Запад России (СЗР)

DOI: 10.31857/S0031184724030037: **EDN:** CVLSKF

В настоящее время наиболее актуальна оценка степени изменений видового разнообразия, показателей частоты нападения, встречаемости и обилия видов кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) и слепней (Diptera, Tabanidae) в различных регионах России. Актуальность исследований кровососущих насекомых определяется их медицинским и ветеринарным значением. Они известны как переносчики возбудителей протозойных, бактериальных и арбовирусных заболеваний человека и животных. Широкое распространение и высокая численность кровососущих насекомых на территории Северо-Запада европейской части России (далее – СЗР) позволяют их

рассматривать как один из важных негативных факторов, препятствующих деятельности человека. Практическое значение исследований кровососущих насекомых на хорошо освоенных и измененных человеком территориях наиболее полно отражается в учении Е.Н. Павловского о природной очаговости болезней. О влиянии ландшафта и деятельности человека на локализацию малярийных очагов упоминал в своей работе Беклемишев (1947). Значимость исследований типов ландшафтов возрастает при выявлении новых инфекций, переносимыми кровососущими членистоногими (Kholodilov et al., 2021).

Актуальна оценка воздействия хозяйственной деятельности человека на естественные биогеоценозы. Отметим, что на распространение кровососущих насекомых на современной территории СЗР в первую очередь влияет стихийное лесовозобновление. Этот процесс обусловлен как интенсивной вырубкой лесов, так и вторичным зарастанием бывших в сельскохозяйственном обороте территорий, осушенных болот и брошенных земель на перифериях крупных городов. На больших площадях формируются обширные мелколиственные массивы, представленные ивняковыми и ольшаниковыми кустарниками, а также осиново-ольхово-березовыми лесами. В данных биоценозах кровососущие насекомые находят благоприятные условия для развития и расселения.

Другими негативными факторами, воздействующими на естественную среду, являются увеличение площадей, занятых жильем человека, и возникновение стихийных рекреационных зон. Многочисленные искусственные водоемы на территории населенных пунктов и вблизи от них создают условия для формирования популяций насекомых комплекса гнус. Вследствие нарушения естественных биоценозов обитания кровососущих насекомых человеком в процессе его хозяйственной деятельности (строительства дорог, мелиорации земель и т.д.) фауна кровососущих комаров и слепней в населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях обеднена по видовому составу, но представлена широко распространенными видами, достигающими наиболее высокой численности. Этот стихийный процесс расселения двукрылых насекомых на вновь заселяемых ими территориях может быть контролируемым и прогнозируемым, если учитывать водные и ландшафтные условия. Дальнейшее совершенствование методов прогнозирования изменений видового состава и колебаний численности популяций кровососущих комаров и слепней актуально также для малоизученных и труднодоступных территорий, которые остаются до настоящего времени малонаселенными.

Первый опыт районирования территории с учетом тех условий внешней среды, которые наиболее важны для распространения комаров, был выполнен на примере Новгородской области (Медведев, Панюкова, 2005). Эту работу высоко оценили для развития нового географического направления – ландшафтной энтомологии (Тютюнник, 2009). Ландшафтная энтомология характеризуется как комплексное направление зоологической науки, формирующееся на границе зоогеографии, ландшафтоведения и энтомологии, оно относится к ландшафтной экологии, или экологии ландшафта (Исаченко, 2006). Метод типологического районирования также относится к более широкой области энтомологии, изучающей жизнедеятельность насекомых в различных ландшафтных условиях, – экологической энтомологии, или экологии насекомых (Яхонтов, 1964; Ярошенко, 1997).

Цель настоящей публикации состоит в развитии гидроландшафтного метода районирования с учетом особенностей распространения кровососущих комаров (Culicidae)

и слепней (Tabanidae). Из всего многообразия физико-географических условий наиболее существенным для характеристики регионов оказались те, которые определяют степень обводненности территории в зональном аспекте. Зональные закономерности универсальны для ландшафтной сферы, они проявляются в ней повсеместно, в любом географическом компоненте и в любом ландшафте (Исаченко, 1991). Идея объединения ландшафтов в более крупные выделы впервые возникла при составлении карт распространения видов кровососущих комаров для территории Новгородской области по имеющимся точкам сборов. Была замечена концентрация находок отдельных группировок видов в сходных условиях в разных частях области, обладающих сходными или уникальными природными условиями. С учетом того, что водная среда имеет большое значение для кровососущих комаров, ранее Новгородская область была подразделена на шесть физико-географических выделов, которые получили наименование гидроландшафтов (далее ГИЛ) (Медведев, Панюкова, 2005). Данный термин оказался наиболее удачным и применялся в дальнейших исследованиях на территории СЗР (Медведев, Айбулатов, 2012; Агасой и др., 2019; Панюкова, Канев, 2023). В данной работе рассмотрены понятия видов-эдификаторов и индикаторов ГИЛ, а также типовой станции. Уточнен метод типологического выделения и наименования ГИЛ для нескольких Регионов СЗР – территории Псковской (далее ПО), Ленинградской (далее ЛО) и овгородской (далее НО) областей, а также Республики Коми (далее РК). Районирование прочих областей Северо-Западного федерального округа РФ (Калининградская, Вологодская, Архангельская и Мурманская области, а также Республика Карелия и Ненецкий автономный округ) будут рассмотрены в дальнейшем.

ОСОБЕННОСТИ ФАУНЫ СЛЕПНЕЙ И КОМАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

В физико-географическом отношении СЗР не представляет собой целостного природного региона. СЗР занимает северо-восточную часть Восточной Европы и характеризуется преобладанием равнинного рельефа. Большая часть территории СЗР расположена в пределах Восточно-Европейской равнины и занимает также часть Фенноскандии. Восточная граница изучаемого региона примыкает к Уральским горам. Усилиями многих исследователей была получена обширная и разнообразная информация о таксономическом составе, строении, распространении и экологии различных видов кровососущих насекомых, включая представителей фауны СЗР.

История исследований насекомых комплекса гнуса на территории СЗР была рассмотрена подробно ранее (Медведев и др., 2007; Медведев, 2011). Сведения о распространении, биотопической и сезонной приуроченности насекомых комплекса гнуса на территории СЗР содержатся в 700 научных публикациях, опубликованных в период с середины XIX века по настоящее время. Список публикаций приведен на сайте «Кронaros» (полная библиография представлена в форме поисковой системы http://www.zin.ru/projects/kronaros/kronaros_ref.asp). Большая часть из этих публикаций по двукрылым насекомым комплекса гнуса СЗР принадлежит отечественным авторам. Исследования фауны, распространения, экологии и методов борьбы с комарами в отдельности и как с компонентом комплекса гнуса, велись многими отечественными исследователями, начиная с 1824 г. по настоящее время. Первые обзорные статьи по комарам Севера, включая Северо-Западный регион, были опубликованы уже в конце 40-х (Румш, 1948) и позднее в 60-х (Сазонова, 1959) и 80-х годах (Шарков и др.,

1984) XX века. Первые исследования фауны слепней на территории Северо-Западного региона были проведены также в начале прошлого века. Первое обобщение было сделано Олсуфьевым (1937), подготовившим очередной том в серии «Фауна СССР».

Имеются значительные трудности в сопоставлении современных данных о частоте встречаемости, численности, сезонной и биотопической приуроченности видов кровососущих двукрылых насекомых с материалами, полученными ранее. В многочисленных публикациях многие данные привязаны к административным территориям, без указания пунктов находок кровососущих двукрылых насекомых. Кроме того, значительная часть материалов полевых журналов и коллекций, собранных в XX веке, утрачены из-за отсутствия преемственности исследований.

Начиная с 2000-х годов, появились более совершенные формы хранения информации и стандартизации данных полевых исследований в России (Медведев, Лобанов, 1999; Медведев и др., 2004; Панюкова и др., 2014). С помощью базы данных по кровососущим насекомым могут быть проведены следующие процедуры.

1) Работа как с уже обобщенными данными литературных источников, так и с необобщенными данными с сохранением специфических особенностей информации каждого типа (например, атрибутов библиографической информации и т.д.). Необобщенные или единичные данные – это сведения материалов коллекционных фондов: данные этикеток, учетных карточек, журналов записей и дневников полевых сборов.

2) Хранение информации первичных источников в оригинальном виде, т.е. как они были приведены в первоисточнике. Данное обстоятельство представляет существенное требование к базе данных. Если на коллекционной этикетке отсутствуют ясные и четкие указания на место проведения сбора, могут возникнуть различные трактовки географического распространения того или иного вида. И исследователь будет вынужден обращаться к первоисточнику при каждой ревизии данных.

3) Поэтапная детализация научного материала включает сортировку информации по времени и месту ее получения. Большое значение имеют количественные данные, которые также могут быть детализированы.

Особенности фауны насекомых комплекса гнуса на территории Северо-Запада европейской части России

Фауна кровососущих двукрылых насекомых представлена 226 видами кровососущих комаров (Culicidae), мокрецов (Ceratopogonidae), мошек (Simuliidae) и слепней (Tabanidae), объединяемых в комплекс гнуса. Так, фауна кровососущих комаров сем. Culicidae СЗР состоит из 41 вида из 10 подродов пяти родов двух подсемейств. Мошки сем. Simuliidae представлены 110 видами 23 родов, относящихся к шести трибам из двух подсемейств, кровососущие мокрецы рода *Culicoides* (Ceratopogonidae) включают 31 вид, слепни сем. Tabanidae представлены 44 видами семи родов из двух подсемейств. Количество видов комаров фауны СЗР составляет около 40% от числа видов в фауне России, мокрецов – 38%, слепней – 35%, мошек – 30%. В фауне Северо-Запада России наибольшее число видов (8), приходящихся в среднем на один род, отмечается у комаров, несколько меньше их у мошек (5) и слепней (6) (Медведев и др., 2007).

Достаточно слабая физико-географическая дифференцированность изучаемого региона при преобладании в целом бореального климата способствует распространению здесь экологически пластичных видов с широкими ареалами. По количеству

подтипов ареалов преобладают транспалеарктические (16 подтипов) и голарктические (15 подтипов) ареалы. Меньшее число подтипов отмечается у западно-центральнопалеарктических (9) и западнопалеарктических (7) типов ареалов. В фауне СЗР виды кровососущих двукрылых насекомых, ареалы которых охватывают территории на севере до зоны тундры, составляют около 13%, до зоны тайги – 60%, прочие – 27% (Медведев, 2009).

Особенности биологии комаров и слепней и факторы, влияющие на их распространение

Разные таксоны: кровососущие комары, слепни, мошки и мокрецы, объединяемые в комплекс гнуса, во многом сходны по образу жизни. После вылета (окрыления) имаго происходят следующие процессы и события: поиск полового партнера и спаривание, углеводное питание, поиск самками теплокровного прокормителя и питание на нем, развитие яиц по типу гонотрофической гармонии, поиск места яйцекладки и акт откладки яиц.

Личинки и куколки слепней развиваются в полуводной среде в грунте берегов водоемов, в поверхностных слоях болот, во влажной почве лугов. Личинки слепней, развивающиеся в почве у уреза воды, дышат атмосферным воздухом. Личинки и куколки кровососущих комаров ведут подвижный образ жизни в водной среде, но дышат они преимущественно атмосферным воздухом.

В умеренном климате на территории СЗР различные виды кровососущих комаров имеют от одного до трех поколений, слепни – не более одного. Взрослые комары в условиях СЗР предпочитают время суток с наименьшей освещенностью. Наиболее термофильными являются имаго слепней, но в то же время они чувствительны к недостатку влаги. Ввиду этого их сезонный ритм характеризуется тем, что вылет происходит в наиболее теплые месяцы года, а суточный ритм – тем, что максимальное число нападений происходит в наиболее теплое время суток. Кровососущие комары и слепни в массе своей являются полифагами. Самки питаются кровью преимущественно на млекопитающих или птицах (ряд видов комаров может питаться на рептилиях и амфибиях). Первая кладка яиц может быть автогенной, без предварительного питания кровью, но все последующие яйцекладки имеют характер классического гонотрофического цикла.

Самки разлетаются от мест выплода на расстояние от нескольких сот метров до нескольких километров. Но отмечены перелеты отдельных видов комаров по ветру на 5–20 км. Слепни, обладающие наиболее крупными размерами тела среди других насекомых комплекса гнуса, способны перелетать на большие расстояния от мест выплода для поиска и активного преследования прокормителей (Гуцевич и др., 1970; Олсуфьев, 1977).

Согласно имеющимся данным, на территории СЗР к наиболее массовым видам кровососущих комаров относятся *Aedes (Ochlerotatus) communis* (De Geer, 1776), *A. (O.) cantans* (Mg. 1818) и *A. (O.) punctor* (Kirby, 1837). К обычным видам можно отнести *Aedes (Aedes) cinereus* Mg., 1818, *A. (O.) cataphylla* Dyar, 1916, *A. (O.) dianthaeus* Howard Dyar et Knab, 1913, *A. (O.) excrucians* (Walker, 1856), *A. (O.) intrudens* Dyar, 1919, *A. (O.) leucomelas* (Mg., 1814), *A. (O.) pullatus* (Coquillett, 1904), *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889) и *Culex pipiens* L., 1758.

В фауне СЗР наиболее часто встречаются 12 видов кровососущих слепней: *Chrysops c. caecutiens* (L., 1758), *Ch. viduatus* F., 1794, *Ch. relictus* Mg., 1820, *Haematopota p. pluvialis* (L., 1758), *Hybomitra tarandina* (L., 1758), *H. m. montana* (Mg., 1820), *H. l. lundbecki* (Lyneborg, 1959), *H. arpadi* (Szilády, 1923), *H. muehlfieldi* (Brauer, 1880), *H. bimaculata* (Macquart, 1826), *H. nitidifrons confiformis* (Chvála et Moucha, 1971), *Tabanus b. bromius* L., 1761 и *T. maculicornis* Zetterstedt, 1842.

Виды комаров могут тяготеть к открытым или закрытым стациям, могут быть представлены в обеих стациях или могут обитать в переходных стациях (например, в зарослях кустарников). Эти же стациальные особенности характерны и для слепней. Способность к большим пространственным перемещениям позволяет самкам комаров и слепней совершать значительный разлет, что затрудняет изучение биотопической приуроченности имаго, особенно в местностях с мозаичным ландшафтно-биотопическим строением.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Методы сбора кровососущих слепней

На территории ПО сбор материала был выполнен В.В. Агасой с 2011 по 2020 г., сборы проведены с третьей декады мая по третью декаду августа. Имаго собирали 20-минутным отловом вокруг себя с помощью энтомологического сачка или снимали с прогретой солнцем поверхности легкового автомобиля. Видовую принадлежность слепней устанавливали по определительным ключам монографий Олсуфьева (1977) и Хвалы с соавторами (Chvála et al., 1972), а также сверяли с экземплярами Фондовой коллекции Зоологического института РАН (ЗИН РАН). Всего за период исследований было отловлено и определено до вида 25160 имаго слепней, 1093 экз. личинок и 37 куколок. В основу разделения видов слепней по степени их обилия были взяты показатели индекса доминирования, которые были предложены Скуфьиным (1973). Согласно этому индексу, при сборах от 10000 и более особей к массовым относятся виды, число особей которых в сборах превышает 8%, к многочисленным видам – от 2 до 8%, к малочисленным – от 0.5 до 2%, к редким – от 0.1 до 0.5% и к единичным – менее 0.1%.

Методы сбора кровососущих комаров

Данные собственных исследований получены на территориях НО, ЛО и РК. Обработанные данные включают около 60 000 экз. кровососущих комаров (личинок и имаго), из них 20 093 экз. с территории РК, 17166 экз. – ЛО, 21482 экз. – НО. Идентификацию видов комаров осуществляли с помощью определителей (Гуцевич, Дубицкий, 1981; Becker et al., 2003, 2010). Дополнительно были проанализированы литературные источники и коллекционные материалы ЗИН РАН, собранные за период с 1960 г. по 2023 г. Для оценки обилия имаго комаров нами использовано соотношение числа встреченных особей. Принята следующая шкала: более 10% – массовые виды, 5–10% многочисленные, 2.1–5% обычные, 1–2% редкие, менее 1% – единичные (Панюкова, Остроушко, 2017).

Относительное обилие видов комаров оценивали различными методами. Учет осуществляли по числу самок, напавших на человека за 20-минутную экспозицию на предплечье левой руки учетчика (Гуцевич и др., 1970). Питающуюся самку комара накрывали пробиркой объемом 5 мл с 70% спиртом, что позволяло избежать повреждений материала сборов. При высокой частоте нападений комаров отмечали время, затраченное на отлов 10 имаго кровососущих комаров в пересчете на 20-минутный учет. Также для сборов использовали экстаустер. Принцип работы был тот же, что и при сборе с помощью пробирки, заполненной спиртом. Отмечали время, в течение которого напало 10 имаго самок комаров на предплечье левой руки учетчика, затем рассчитывали число напавших имаго за 20 мин для сопоставления этих данных с данными отловов методом А.В. Гуцевича.

Координаты точек сбора определяли по GPS-навигатору для ненаселенных районов или осуществляли «привязку» точки сбора к ближайшему населенному пункту.

Методы статистической обработки материала

Выполнен анализ распределения по ГИЛ видов кровососущих комаров и слепней с расчетом экологических коэффициентов сходства. Были использованы индекс Шеннона (H'), коэффициенты Жаккара (K_j) и Вайнштейна (K). Для статистического анализа применяли программу PAST версии 4.04.

Индекс Шеннона характеризует разнообразие и выравненность сообщества. Его значение тем выше, чем больше в сообществе видов. Для проверки значимости различий между выборочными совокупностями значений индекса Шеннона применяли параметрический критерий Стьюдента (t).

Анализ фаунистической общности видового состава слепней и комаров исследованных территорий проводили с использованием коэффициента Жаккара. Коэффициент рассчитывали с использованием качественных данных по формуле:

$$K_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

где c – число видов, общее для двух сравниваемых группировок; a – число видов в первой группировке; b – то же, во второй. Чем ближе значение коэффициента к 1, тем выше фаунистическое сходство сравниваемых территорий (Песенко, 1982).

Для оценки комбинированного сходства двух ГИЛ по обилию и видовому составу комаров и слепней применяли коэффициент биоценологического сходства Вайнштейна. Расчет коэффициента проводили по формуле:

$$K = \frac{K_n \times K_j}{100}$$

где K_n – коэффициент общности удельного обилия, K_j – коэффициент фаунистического сходства Жаккара.

Чем ближе значение коэффициента к 1, тем большим биоценологическим сходством обладают сравниваемые территории (Вайнштейн, 1967). При расчете коэффициента общности удельного обилия (K_n) использовали сумму минимальных значений удельных обилий каждого из видов:

$$K_n = \frac{\sum C_{\min} \times 100}{a + b - \sum C_{\min}}$$

где c – меньший (из двух) показатель обилия каждого вида, a – суммарное обилие всех видов в одной группировке, b – то же, в другой группировке (Наумов, 1963; Чернов, 1975).

Таким образом, удельное обилие каждого вида в каждом биоценозе – это процент числа особей данного вида от общего числа видов в биоценозе. В двух сравниваемых биоценозах удельные обилия общих видов в этих биоценозах сравниваются, отбираются меньшие величины для каждого вида и суммируются (Чернов, 1975).

Картографические материалы (карты-схемы ГИЛ) выполнены методом наложения карт (Лурье, 2004) и соотнесением их с результатами статистической обработки сборов слепней и комаров. Проведена стандартизация названий ГИЛ для всех рассматриваемых в статье регионов (ЛО, НО, ПО, РК). Графическое оформление гидроландшафтных карт-схем выполнено в программе Quantum GIS 3.34.

В данном разделе излагается методика выделения и наименования ГИЛ, а также определения других терминов и понятий, согласно задачам данного энтомологического районирования.

Определение понятия и критерии выделения гидроландшафтов

Численность и видовой состав насекомых природно-территориального комплекса (далее ПТК) определяются климатическими, ландшафтно-гидрологическими и биологическими условиями. ПТК со сходными условиями накопления и распределения влаги, обусловленными рельефом и рядом других условий среды, обозначается нами термином «гидроландшафт». Это понятие актуально для оценки условий среды на определенной территории, которые необходимы для устойчивого воспроизведения популяций массовых видов комаров и слепней. Для отнесения территории к определенному типу ГИЛ в целом необходимо учитывать сходные: 1) источники и места накопления воды, 2) рельеф и местный климат, 3) способы удаления влаги с территорий.

На первом этапе необходимо получить количественные данные о массовых и единично встречающихся видах слепней и комаров, а на основе данных о преобладающем типе растительного сообщества выделить типовые станции. Эта информация позволит установить виды-эдификаторы и виды-индикаторы. Виды-индикаторы ГИЛ наиболее чувствительны к определенным сочетаниям условий среды. Среди индикаторов выделяют группы редких и единично встречающихся видов. Виды-эдификаторы менее чувствительны к сочетаниям условий среды обитания, они относятся к категории массовых и многочисленных видов. Большинство эдификаторов относятся к экологически пластичным видам.

Цель гидроландшафтного районирования состоит в том, чтобы на основе главных экологических критериев разделить разнообразные территории по типам, объединенным общими характеристиками, влияющими на развитие, распространение и численность популяций определенной группы или групп организмов. Типологическое районирование (Арманд, 1975) имеет важное практическое значение как основа мониторинга для выявления степени устойчивости экосистем в условиях меняющихся климатических и антропогенных факторов. Кроме того, для труднодоступных районов по типу территории можно прогнозировать особенности распространения насекомых тех видов, которые имеют медицинское значение. При этом антропогенная нагрузка существенно влияет на изменение в видовом составе и распространение кровососущих насекомых, в первую очередь, на состав доминирующих видов.

Выделение ГИЛ основано не на формальном указании площади временных водоемов, рек, озер, болот, где происходит развитие кровососущих насекомых, а на комплексном взаимодействии рельефа, климата и водных ресурсов территорий. Видовой состав и численность отдельных видов меняются в зависимости от особенностей поступления, распределения, задержания и удаления влаги с территорий. Удаление влаги определяется особенностями подстилающей поверхности, которая принимает атмосферные осадки, т.е. определяется характером рельефа, наличием влагоудерживающих грунтов и типами растительных сообществ. Кроме того, необходимо учитывать, имеются ли на территории крупные водные объекты, которые обеспечивают как накопление влаги в болотах и озерах, так и ее удаление посредством крупных рек с разветвленной системой притоков.

При объединении локальных ландшафтов в ГИЛ необходимо использовать метод наложения классических карт или информационных слоев ГИС. В настоящее время данный подход к изучению биоценозов может получить существенное развитие в связи с оцифровкой картографических материалов и широким применением методов космического зондирования для оценки территорий.

Принцип составления названий гидроландшафтов

Замечено, что одни и те же типы ГИЛ повторяются в пределах СЗР и на прилегающих территориях. Так, например, наиболее характерный для территорий с густой речной сетью, низменно-междуречно-болотный ГИЛ, имеется на территории НО и РК. В ПО он был назван равнинно-междуречным типом ГИЛ (Агасой и др., 2019).

Для того чтобы исключить неоднородность в использовании названий ГИЛ, в данной работе предлагается способ их стандартизации. В наименовании ГИЛ наиболее значимый для жизнедеятельности организмов водный объект, который определяет его жизнеспособность в конкретных условиях, ставится на последнее место, а наименее значимый элемент ГИЛ – на первое. Первое слово обозначает преобладающий тип рельефа (горный, предгорный, грядовый, равнинный и низменный), второе слово – распределение (водораздельный, пойменный, зандровый, приморский), а третье слово – накопление (речной, озерный, болотный) влаги на территории ГИЛ. Составление названий из трех элементов наиболее целесообразно, так как раскрывает полноту ландшафтно-водных условий. В частности, так наиболее полно может быть отражено многообразие условий ГИЛ – рельеф местности, характер накопления и стока влаги. Составление названий из нескольких слов связано с тем, что имеются значительные различия в комбинациях условий ГИЛ, поэтому могут быть составлены и другие названия для разных территорий, основанные на этом принципе.

ОПЫТ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ СЗР

Для оценки неоднородности поверхности Земли и при учете влияния на ландшафты деятельности человека выбраны следующие критерии для выделения ГИЛ: источники и места накопления воды, рельеф, местный климат и характер движения воды по самой территории и ухода с нее влаги. Таким образом, основным экологическим фактором распространения насекомых комплекса гнуса является наличие водной среды. Общегеографические и биологические закономерности, используемые для выделения ГИЛ, позволили применить этот метод для построения гидроландшафтных карт для регионов: НО, ЛО, ПО (Медведев, Панюкова, 2005; Медведев, Айбулатов 2012, Агасой и др., 2019). На примере Тиманского края и Уральских гор РК было доказано, что данный метод можно использовать не только для равнинных, но и для горных ландшафтов (Панюкова, Канев, 2023).

Ниже описаны 14 типов ГИЛ четырех категорий: горные, возвышенные, равнинные и низменные. Представлены гидрологические характеристики ГИЛ, указаны типы водного питания территорий, характер грунтов, почв и растительности с выделенными типовыми растительными стадиями и видами кровососущих насекомых, относящимися к эдификаторам и индикаторам ГИЛ. Приведены примеры изученных территорий в пределах СЗР. Карты-схемы регионов с гидроландшафтным районированием представлены на иллюстрациях к статье (рис. 1 и 2).

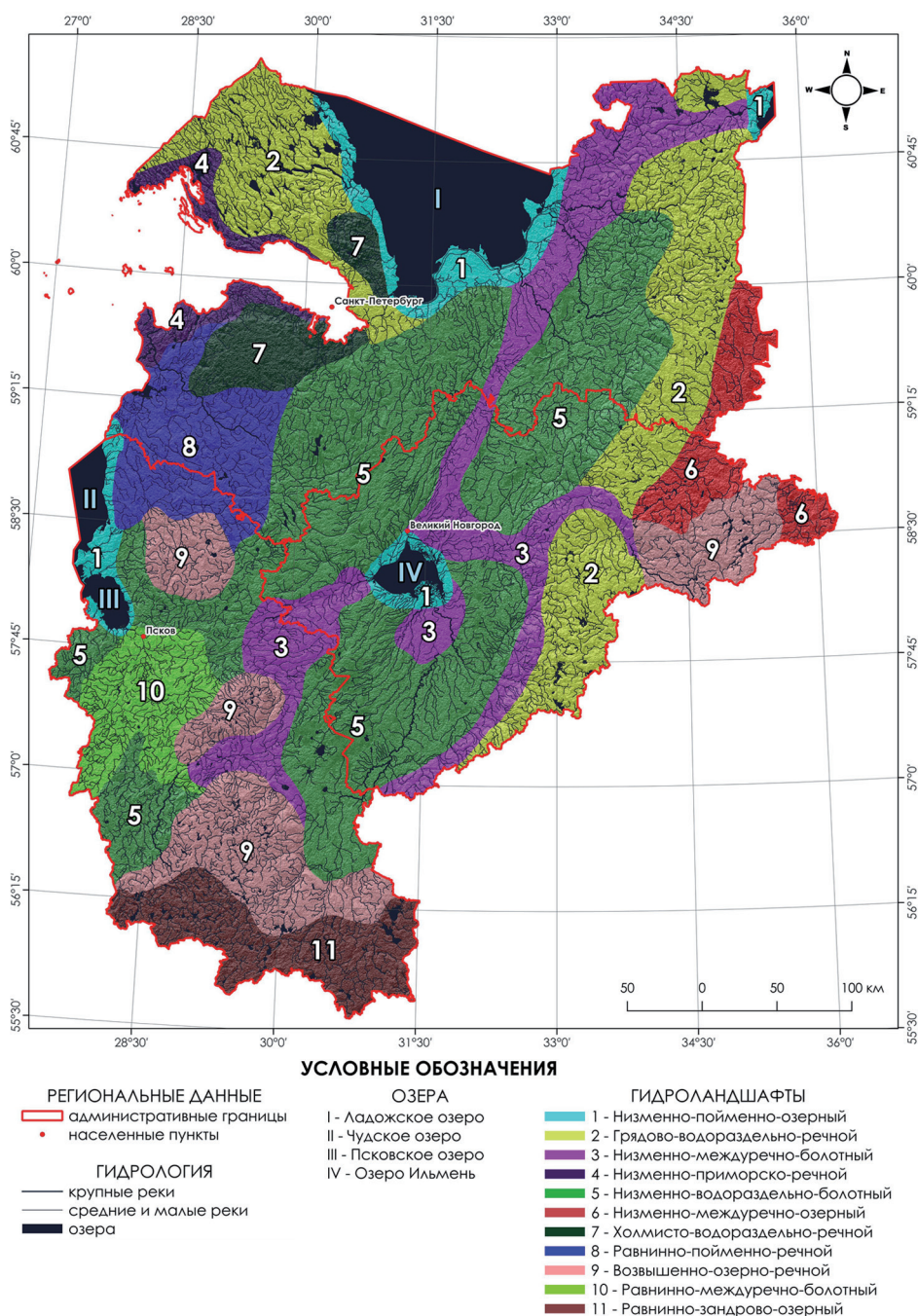


Рисунок 1. Карта-схема гидроландшафтного районирования территории Ленинградской, Псковской и Новгородской областей.

Figure 1. Scheme map of hydrolandscape zoning of the territory of the Leningrad, Pskov and Novgorod regions.

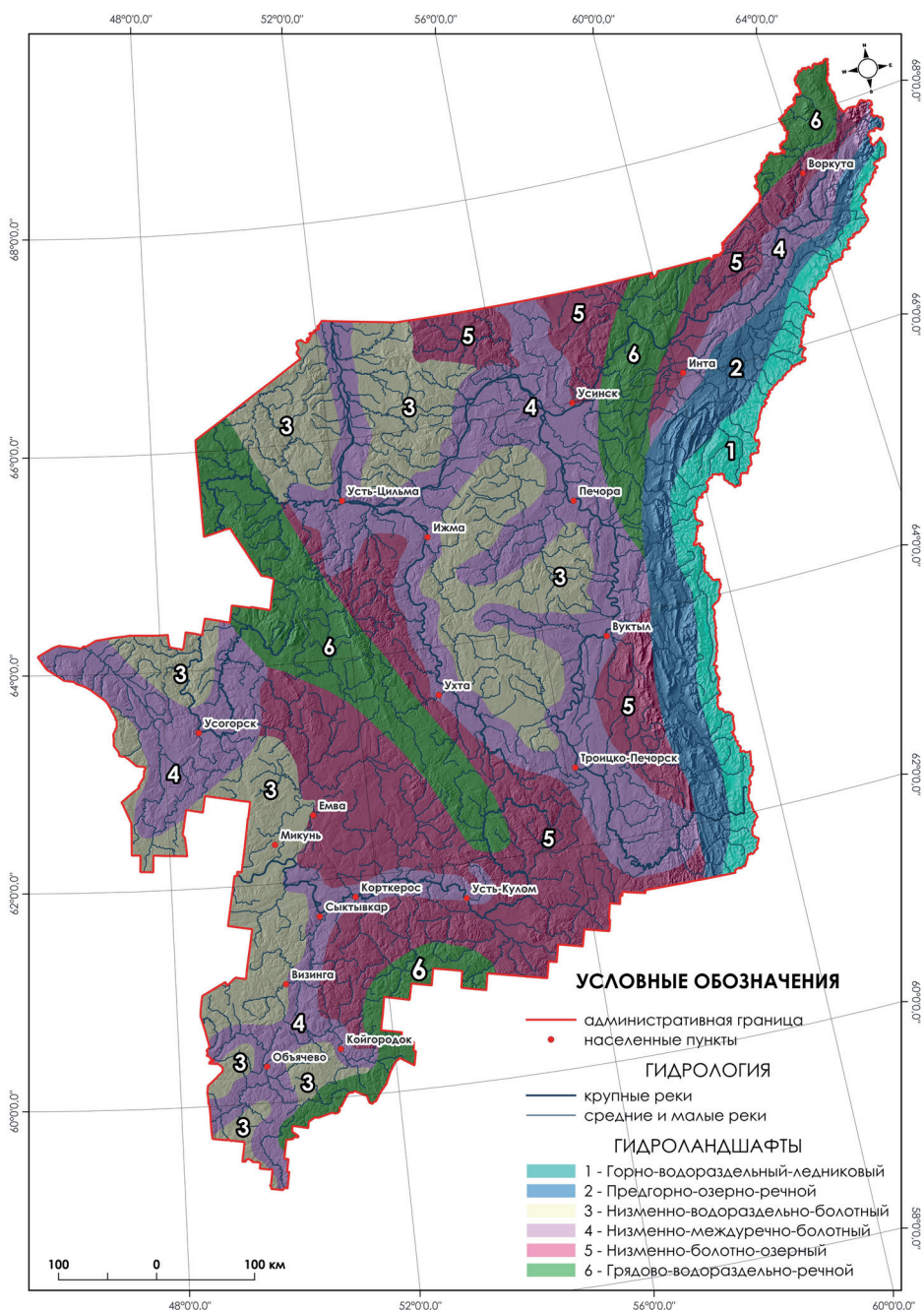


Рисунок 2. Карта-схема гидrolандшафтного райнирования территории Республики Коми.

Figure 2. Scheme map of hydrolandscape zoning of the territory of the Komi Republic

Предгорно-озерно-речные

Относятся к группе горных ГИЛ. Водные объекты, с которыми связаны амфибиотические насекомые, – реки и озера. Тип водного питания рек – смешанный (атмосферные осадки и грунтовые воды). Естественный дренаж территории средний, так как на возвышенных участках сток интенсивный, а в низинах дренаж слабый. Растительность представлена хвойными лесами (еловыми с большим участием пихты сибирской, сосны кедровой), кроме того есть относительно большие массивы болот в предгорных понижениях. Типовые станции – сосновые леса и низинные болота. Виды-эдификаторы гидроландшафта комары *Aedes communis* и *A. punctor*. Вид-индикатор комар *A. riparius* Dyar et Knab, 1907. Примеры территорий: Возвышенность Высокая Парма, Возвышенность Ыджидпарма (РК).

Горно-водораздельно-ледниковые

Характеризуются горным рельефом с хорошо выраженным естественным дренажем на горных участках, средним и слабым дренажем в межгорных понижениях, где формируются болота низинного и переходного типов. Водные объекты – горные реки и озера. Преобладающим типом водного питания данных территорий служат атмосферные осадки, грунтовые воды и ледники. Наибольшее количество осадков в виде дождя и снега выпадает на наветренных склонах. Типовая станция зависит от высоты местности. Эдификаторы в лесном поясе гор комары *A. cataphylla* и *A. intrudens*, индикатор – *A. (O.) hexodontus* Dyar, 1916. Отметим, что это наименее благоприятный для развития кровососущих комаров и слепней гидроландшафт. Примеры территорий: Северный, Приполярный и Полярный Урал (РК).

Грядово-водораздельно-речные

Относятся к группе возвышенных ГИЛ. Рельеф территории грядово-возвышенный. Дренаж хорошо выражен, грунты в основном водоупорные, что способствует интенсивному стоку. Реки полноводны с различными типами питания. Почвы разнообразные, на них произрастают леса различного состава, преимущественно еловые. В лесных фитоценозах характерно присутствие лиственницы сибирской. Типовая станция – еловый лес. Виды-эдификаторы: комары *A. communis* повсеместно, *Culex pipiens* на освоенных территориях и *A. leucomelas* на малоосвоенных участках ГИЛ. Вид-индикатор: *A. pullatus*. Примеры территорий: Валдайская возвышенность (НО), Косминский Камень, Четласский Камень, Тиманский Кряж, Гряда Чернышева, Северные Увалы (РК).

Холмисто-водораздельно-речные

Рельеф холмистый, речная сеть развита слабо. В гидрологическом режиме территории важную роль играют болота и паводковые разливы рек. Водное питание территории атмосферное и грунтовое. Почвы длительное время переувлажнены. Территория ГИЛ хорошо освоена человеком, преобладают хвойно-лиственные леса. Типовая станция – смешанные леса. Виды-эдификаторы: слепни *Hybomitra arpadi*, *H. bimaculata*, *H. l. lundbecki*, *H. muehlfeldi* и *H. nitidifrons confiformis*. Вид-индикатор: слепень *H. auripila* (Mg, 1820). Примеры территорий: отроги возвышенности Хаанья (ПО), Лемболовская, Ижорская и Колтушская возвышенности (ЛО).

Возвышенно-озерно-речные

Преобладает возвышенный рельеф. Основным источником водного питания рек и озер служат атмосферные осадки. Естественный дренаж преимущественно умеренный и недостаточный на слабонаклонных равнинах. Увлажнение характеризуется как

нормальное, кратковременно-избыточное, а в межхолмных понижениях – постоянно-избыточное. Типовой стацией являются массивы сосновых лесов. Виды-эдификаторы: комары *Aedes cantans*, *A. dianiaus* и *A. pullatus*, слепни *Haematopota subcylindrica* Pandelle, 1883, *H. p. pluvialis* L., 1758. Виды-индикаторы: *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906), *Aedes cyprus* (O.) Ludlow, 1920 (Edwards, 1921). Примеры территорий: восточные отроги Валдайской возвышенности (НО), Судомская и Бежаницкая возвышенности (ПО).

Равнинно-пойменно-речные

Относятся к группе равнинных ГИЛ. Рельеф представляет сложное сочетание волнистой или пологоволнистой моренной равнины с камовыми всхолмлениями. Водное питание территории атмосферное и грунтовое. Грунтовые воды связаны с верхними опесчаненными горизонтами. Здесь располагаются сравнительно крупные остаточные мелководные водоемы и небольшие озера среди болотных массивов и в межкамовых котловинах. В поймах рек откладывается супесчаный и песчаный аллювий. Обширные междуречные пространства, удаленные от главных речных долин, заняты заболоченными территориями. Болота представлены водораздельными сфагновыми торфяниками. В междуречных пространствах господствуют долгомошные и сфагновые сосновые, еловые и мелколиственные леса. Также вдоль рек произрастают березовые, березово-осиновые и осиновые травяные леса (Лесненко, 2002). Типовая стация: мелколиственные леса. Виды-эдификаторы: слепни *Hybomitra bimaculata*, *H. muehlfeldi* и *H. nitidifrons confiformis*. Вид индикатор: *Tabanus maculicornis*. Примеры территорий: Лужская возвышенность (ЛО и ПО), долины рек Луги и Плюсы (ПО).

Равнинно-междуречно-болотные

Территории представлены низменными абразионно-аккумулятивными равнинами. Водное питание территории смешанное, преобладает атмосферное. Слабый дренаж способствует интенсивному процессу заболачивания. Наиболее типичны здесь плоско-волнистые слабодренлируемые плакорные урочища на глинах или тяжелых суглинках. Почвообразующие породы характеризуются слабой водопроницаемостью. На повышенных участках формируются слабо оподзоленные почвы, которые почти сплошь распаханы. Наиболее низкие плоские части ландшафта заняты преимущественно сырыми лугами, зарослями кустарников и смешанными лесами. Встречаются неглубокие плоские заболоченные впадины с торфяниками и зарастающими реликтовыми озерами. Крупные болота, возникшие на месте озер, относятся к верховому типу. По окраинам их расположены переходные болота – сфагново-осоковые, часто с ярусом березы и ивы. Низинные болота в виде мелких участков встречаются повсеместно в понижениях и речных долинах (Лесненко, 2002). Типовая стация – пойменные заболоченные луга. ГИЛ очень благоприятен для развития и распространения кровососущих насекомых. Виды-эдификаторы: слепни *Hybomitra bimaculata* и *H. muehlfeldi*; вид-индикатор: *H. m. montana*. Пример территорий: бассейн реки Великой (ПО).

Равнинно-зандрово-озерные

Территория представляет сглаженную озерно-зандровую равнину. Основной фон создают урочища зандровых полей: волнистые, гривистые, грядовые, среди которых располагаются заболоченные ложбины, котловины и озерные впадины. Приподнятые морены и зандровые урочища хорошо дренированы и отличаются неустойчивым увлажнением. Понижения заняты низинными сфагновыми болотами. Озера расположены в обширных заболоченных озерно-ледниковых впадинах и соединены между

собой многочисленными речками и ручьями. Долины рек не разработаны, поймы – в виде небольших прерывистых участков. Преобладают дерново-подзолистые почвы. Растительность представлена мелколиственными лесами (Лесненко, 2002). Типовая станция: мелколиственный лес. Виды-эдификаторы: слепни *Hybomitra bimaculata*, *H. l. lundbecki*, *H. muehlfeldi* и *H. p. pluvialis*. Вид-индикатор: слепень *Heptatoma p. pellucens* (Fabr., 1777). Примеры территорий: южные отроги Бежаницкой возвышенности (ПО).

Низменно-водораздельно-болотные

Относятся к группе низменных ГИЛ. Широко распространены в СЗР. Характеризуются плоско-равнинным мезорельефом, преимущественно слабо выраженным естественным дренажем. При избыточном увлажнении идет процесс заболачивания. Источники водного питания территории: атмосферные осадки и подземные воды. Характерны влагонасыщенные грунты – валунные суглинки и торф, подстилаемый мореной. Грунты ГИЛ хорошо просачиваемые, мягкие, пластичные, сложенные торфяниками с толщиной торфа более 40 см (Панюкова, Канев, 2023). Преобладают торфяные почвы. На всей территории располагаются крупные болотные системы с истоками рек и реликтовыми озерами. Типовая станция – верховое болото. Виды-эдификаторы: комары *Aedes communis*, *A. excrucians*, *A. leucomelas*. К эдификаторам относятся слепни *Hybomitra bimaculata*, *H. muehlfeldi* и *H. p. pluvialis*. Вид-индикатор: комар *A. punctor*, слепень *Chrisops nigripes* Zetterstedt, 1838. Примеры территорий: Мшинское и Глебовское болота (ЛО), Дон-Ты, болото Океан (РК); Полистово-Ловатская болотная система (ПО и НО), Заилусский мох (ПО).

Низменно-междуречно-болотные

Характеризуются низменно-равнинным мезорельефом со слабо-проточным дренажем. Источник питания – грунтовые воды и атмосферные осадки. Здесь обычны равнинные реки, с хорошо развитыми речными долинами, сформированными аллювиальными (песчано-глинистыми и торфяными) отложениями. В среднем и нижнем течениях это сильно меандрирующие реки. Для них характерно образование стариц, прирусловых озер и курий. Данный тип ГИЛ наиболее благоприятен для развития кровососущих комаров и слепней. Особенно обводнен этот ГИЛ в период весеннего половодья и после спада высокой воды на реках. В этот период происходит образование припойменных временных водоемов большой площади. Характерно массовое развитие комаров родов *Aedes* и *Anopheles*. Отмечается максимальное число анофелогенных водоемов в таежной зоне. Типовая станция: еловый лес. Виды-эдификаторы: комар *Aedes communis* и слепень *Tabanus b. bromius* L., 1761. Виды-индикаторы: комар *A. nigrinus* (Eckstein, 1918) и слепень *Haematopota italica* (Mg., 1804). Примеры территорий СЗР: долины рек Шелони, Волхова, Мсты, Вычегды и Печоры.

Низменно-болотно-озерные

Характеризуются низменным рельефом. Дренаж слабый на всей территории. Питание рек смешанное (снеговое, дождевое). В тундровой зоне преобладают тундрово-глеевые почвы, по долинам рек идут интенсивные процессы торфонакопления, почвы торфяные и торфянистые мерзлотные. Распространены почвы с труднопросачиваемыми мерзлыми грунтами. В таежной зоне – почвы болотные торфянистые на хорошо просачиваемых грунтах. Растительность представлена кустарничковыми, ивняковыми, моховыми и лишайниковыми тундрами, по долинам рек на север заходят березовые и еловые редколесья. Типовая станция – кустарники. Виды-эдификаторы: *Aedes punctor*,

A. cataphylla и *Culiseta alaskaensis* (Lundlow, 1906). Вид-индикатор: комар *A. pionips* Dyar, 1919. Примеры территорий: Большеземельская и Малоземельская тундры, бассейн реки Печоры в нижнем течении (РК).

Низменно-междуречно-озерные

Территории имеют низменный рельеф, атмосферное и грунтовое водное питание. Слабый дренаж при избыточном увлажнении, что способствует заболачиванию территорий. Грунты слабопросачиваемые, почвы торфянистые. Типовая станция: переходное болото. Виды-эдификаторы: комары *Culex pipiens*, *A. diantaeus*, *A. punctor* и *A. Intrudens*. Вид-индикатор: комар *Coquillettidia richiardii*, жизнедеятельность комара связана с крупными озерами, на дне которых зимуют личинки. Примеры территорий: болотные системы на востоке ЛО и НО (Семгинское и Островское болота, Игоровские мхи и болото Тухун).

Низменно-приморско-речные

Территории располагаются вблизи побережья морей, включают устья рек, характеризуются интенсивным стоком. Источниками водного питания здесь являются атмосферные осадки. Особенностью низменно-приморско-речного типа можно назвать интенсивное использование человеком данных территорий в рекреационных целях. Типовая станция – сосновый лес. Виды-эдификаторы: комары *Aedes cinereus*, *A. excrucians* и *Culex pipiens*. Вид-индикатор: *Aedes pullatus*. Пример территории: побережье Финского залива.

Низменно-пойменно-озерные

Имеют низменный рельеф, характеризуются слабым дренажем. Постоянное избыточное увлажнение территории обусловлено чашеобразным наклоном поверхности к озерным котловинам, что способствует интенсивному стоку вод в направлении котловины озера. Источниками водного питания служат атмосферные осадки и грунтовые воды. Типовой станцией являются пойменные луга и низинные заболоченности. Виды-эдификаторы: комары *Aedes cinereus*, *Culex pipiens* и *C. torrentium*. Вид-индикатор: комар *Culiseta ochroptera* (Peus, 1935). Пример территории: поймы Ладожского и Онежского озер (ЛО), Чудского и Псковского озер (ПО) и о. Ильмень (НО).

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛАНДШАФТНОГО МЕТОДА

На территории Псковской области выделены восемь типов ГИЛ. Результаты исследования фаун слепней различных ГИЛ показали, что наибольшее видовое богатство характерно для низменно-водораздельно-болотного (32 вида) и низменно-междуречно-болотного (28 видов) ГИЛ. Это связано с тем, что здесь для слепней имеются наиболее благоприятные условия и большое разнообразие мест (низинные и переходные болота, берег и заболоченная пойма реки) для развития и выплода. Наименьшее видовое богатство отмечено в равнинно-пойменно-речном (девять видов) ГИЛ (табл. 1). Во всех исследованных ГИЛ два температурных вида (*Hybomitra bimaculata* и *H. muehlfeldi*) относятся к массовым. Доминирование *H. bimaculata* и *H. muehlfeldi* обусловлено тем, что их личинки принадлежат к эвритопной группе и могут развиваться в разнообразных биотопах. Кроме того, здесь с разной частотой встречаются пять видов слепней: два бореальных (*Hybomitra arpadi* (Szilády, 1923), *H. tarandina* (L., 1758)), один температурный (*H. ciureai* (Séguy, 1937)) и два неморальных (*H. d. distinguenda* (Verrall, 1909) и *Tabanus maculicornis* Zetterstedt, 1842). Температурный вид *H. nitidifrons confiformis* (Chvála et Moucha, 1971) преобладает только в равнинно-пойменно-речном

ГИЛ, а в остальных ГИЛ является многочисленным видом. Поэтому в пяти ГИЛ среди доминирующих или субдоминирующих видов слепней можно выделить виды-эдификаторы. Так, в равнинно-пойменно-речном ГИЛ видом-эдификатором служит температурный вид *H. nitidifrons confiformis*, в низменно-пойменно-озерном – неморальный вид *Chrysops viduatus* Fabr., 1794, в низменно-междуречно-болотном – температурный вид *Tabanus b. bromius* L., 1758, в возвышенно-озерно-речном – температурный вид *Haematopota subcylindrica* (Pandl., 1883), в холмисто-водораздельно-речном – борео-монтанный *Hybomitra auripila* (Mg., 1820). Следует заметить, что в ряде ГИЛ можно выделить виды-индикаторы. Так, в низменно-водораздельно-болотном ГИЛ к видам-индикаторам принадлежит бореальный вид *Chrysops nigripes* Zetter., 1838, в низменно-междуречно-болотном – бореальный вид *Hybomitra nigricornis* (Zetter., 1842), в низменно-водораздельно-болотном – бореальный вид *H. lapponica* (Wahlbg., 1848), в низменно-междуречно-болотном и низменно-водораздельно-болотном – неморальный вид *Tabanus m. miki* Br., 1880, в низменно-междуречно-болотном, возвышенно-озерно-речном и низменно-водораздельно-болотном – *Haematopota italica* (Mg, 1804).

Анализ значений индекса Шеннона показал, что наибольшие показатели разнообразия и выравненности сообщества отмечены для низменно-водораздельно-болотного ($H' = 2.32$), возвышенно-озерно-речного ($H' = 2.21$) и низменно-междуречно-болотного ($H' = 2.14$), а наименьшие показатели – для равнинно-пойменно-речного ($H' = 1.22$) и равнинно-междуречно-болотного ($H' = 1.42$) ГИЛ (табл. 1).

При этом в равнинно-пойменно-речном и равнинно-междуречно-болотном ГИЛ доминируют два температурных вида – *Hybomitra bimaculata* (ИД = 62–67%) и *H. tuehlfeldi* (ИД = 8–18%). Для сопоставления разнообразия и выравненности сообществ в ГИЛ попарно рассчитывали уровни значимости различий индекса Шеннона между ГИЛ с использованием t -критерия Стьюдента. Расчеты показали, что различия между возвышенно-озерно-речным и низменно-междуречно-болотным ($t = 1.517$, $p > 0.05$), низменно-пойменно-озерным и холмисто-водораздельно-речным ($t = 1.145$, $p > 0.05$) ГИЛ недостоверны. Поэтому в дальнейшем при сопоставлении разнообразия и выравненности сообществ слепней между указанными ГИЛ эти различия не учитывались.

Анализ фаунистической общности видового состава слепней исследованных ГИЛ с использованием коэффициента Жаккара показал, что наибольшее сходство установлено между равнинно-зандрово-озерным и равнинно-междуречно-болотным ($K_j = 0.87$), низменно-водораздельно-болотным и низменно-междуречно-болотным ($K_j = 0.82$), равнинно-междуречно-болотным и низменно-междуречно-болотным ($K_j = 0.75$) ГИЛ, наименьшее сходство – между низменно-водораздельно-болотным и равнинно-пойменно-речным ($K_j = 0.28$), низменно-междуречно-болотным и равнинно-пойменно-речным ($K_j = 0.28$) ГИЛ. Анализ значений коэффициента Вайнштейна показал, что максимальное биоценологическое сходство отмечается между низменно-междуречно-болотным и равнинно-зандрово-озерным ($K = 0.23$), равнинно-междуречно-болотным и равнинно-зандрово-озерным ($K = 0.22$) ГИЛ, низменно-пойменно-озерным и равнинно-зандрово-озерным ($K = 0.21$), а минимальное сходство – между холмисто-водораздельно-речным и низменно-водораздельно-болотным ($K = 0.01$), равнинно-пойменно-речным и низменно-водораздельно-болотным ($K = 0.01$) ГИЛ (табл. 2).

Таблица 1. Видовой состав и выравненность сообществ кровососущих слепней в различных гидроландшафтах Псковской области (количество особей / индексе доминирования, %)

Table 1. Species composition and evenness of communities of horseflies in various hydrolandscapes of the Pskov region (number of individuals / dominance index, %)

Виды слепней	Гидроландшафты								
	Равнинно-речной	Низменно-пойменно-озерный	Низменно-междуречный	Возвышенно-озерно-речной	Холмисто-водораздельно-речной	Низменно-водораздельно-болотный	Равнинно-междуречный-болотный	Равнинно-зандрово-озерный	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Chrysops divaricatus</i> <i>Ch. nigripes</i> <i>Hybomitra arpadi</i> <i>H. lapponica</i> <i>H. nigricornis</i> <i>H. tarandina</i>	–	6 / 0.47	14 / 0.38	Бореальные виды 1 / 0.21	–	25 / 0.15	1 / 0.14	6 / 0.30	
	–	–	–	–	–	8 / 0.05	–	–	
	9 / 2.87	113 / 8.76	15 / 0.41	1 / 0.21	56 / 17.67	68 / 0.41	3 / 0.43	19 / 0.95	
	5 / 1.59	8 / 0.62	–	–	–	4 / 0.02	–	–	
	–	–	1 / 0.03	–	–	–	–	–	
	18 / 5.73	38 / 2.95	16 / 0.44	2 / 0.42	4 / 1.26	68 / 0.41	1 / 0.14	6 / 0.30	
<i>Hybomitra auripila</i>	–	–	–	Борео-монтанные виды –	12 / 3.79	–	–	–	
<i>Aylotus f. fulvus</i>	–	–	2 / 0.05	Неморальные виды –	–	15 / 0.09	–	–	
<i>Chrysops viduatus</i>	–	130 / 10.08	76 / 2.09	14 / 2.96	3 / 0.95	408 / 2.48	11 / 1.56	135 / 6.78	
<i>Haematopota crassicornis</i>	–	–	4 / 0.11	–	–	40 / 0.24	10 / 1.42	1 / 0.05	
<i>H. italica</i>	–	–	1 / 0.03	4 / 0.85	–	22 / 0.13	–	–	
<i>H. p. pluvialis</i>	–	–	360 / 9.90	80 / 16.91	–	3435 / 20.89	5 / 0.71	41 / 2.06	
<i>Heptatoma p. pellucens</i>	–	18 / 1.40	13 / 0.36	1 / 0.21	–	162 / 0.99	2 / 0.28	1 / 0.05	
<i>Hybomitra d. distinguenda</i>	13 / 4.14	31 / 2.40	29 / 0.80	6 / 1.27	3 / 0.95	567 / 3.45	19 / 2.70	23 / 1.16	
<i>Tabanus bovinus</i>	–	–	30 / 0.82	1 / 0.21	1 / 0.32	40 / 0.24	1 / 0.14	8 / 0.40	

Таблица 1. Продолжение
Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>T. cordiger</i>	–	–	–	–	–	7 / 0.04	–	–
<i>T. glaucopsis</i>	–	–	–	–	–	1 / 0.01	–	–
<i>T. maculicornis</i>	1 / 0.32	11 / 0.85	220 / 6.05	19 / 4.02	19 / 5.99	1170 / 7.12	13 / 1.85	51 / 2.56
<i>T. m. miki</i>	–	–	6 / 0.16	–	–	4 / 0.02	–	–
<i>T. s. sudeticus</i>	–	–	27 / 0.74	–	–	3 / 0.02	–	11 / 0.55
Температурные виды								
<i>Anylotus rusticus</i>	–	–	–	–	–	14 / 0.09	–	–
<i>Chrysops c. caecutiens</i>	–	4 / 0.31	21 / 0.58	22 / 4.65	–	510 / 3.10	2 / 0.28	1 / 0.05
<i>Ch. relictus</i>	–	–	1 / 0.03	–	–	22 / 0.13	5 / 0.71	3 / 0.15
<i>Haematopota subcylindrica</i>	–	–	270 / 7.42	82 / 17.34	–	890 / 5.41	9 / 1.28	22 / 1.11
<i>Hybomitra bimaculata</i>	211 / 67.20	350 / 27.13	1234 / 33.93	119 / 25.16	68 / 21.45	4632 / 28.17	439 / 62.36	984 / 49.45
<i>H. ciurei</i>	3 / 0.96	24 / 1.86	123 / 3.38	7 / 1.48	5 / 1.58	252 / 1.53	19 / 2.7	63 / 3.17
<i>H. kaurii</i>	–	19 / 1.47	1 / 0.03	–	1 / 0.32	74 / 0.45	1 / 0.14	2 / 0.10
<i>H. l. lundbecki</i>	–	116 / 8.99	66 / 1.81	28 / 5.92	47 / 14.83	917 / 5.58	15 / 2.13	173 / 8.69
<i>H. lurida</i>	–	–	9 / 0.25	–	–	252 / 1.53	1 / 0.14	2 / 0.10
<i>H. m. montana</i>	–	–	2 / 0.05	–	–	11 / 0.07	3 / 0.43	–
<i>H. muelhfeldti</i>	28 / 8.92	382 / 29.61	543 / 14.93	48 / 10.15	89 / 28.08	1256 / 7.64	125 / 17.76	336 / 16.88
<i>H. nitidifrons confiformis</i>	26 / 8.28	39 / 3.02	78 / 2.14	12 / 2.54	8 / 2.52	727 / 4.42	18 / 2.56	91 / 4.57
<i>Tabanus a. autumnalis</i>	–	–	1 / 0.03	–	–	2 / 0.01	–	–
<i>T. b. bromius</i>	–	1 / 0.08	474 / 13.03	26 / 5.50	1 / 0.32	837 / 5.09	–	5 / 0.25
Количество особей	314	1290	3637	473	317	16443	704	1990
Количество видов	9	16	28	18	14	32	21	22
Индекс Шеннона	1.215	1.991	2.143	2.213	1.925	2.324	1.423	1.749

Прочерк – слепни не обнаружены.

Таблица 2. Значения коэффициента фаунистической общности видового состава и биоценологического сходства слепней для гидроландшафтов Псковской области

Table 2. The value of the coefficient of faunal community of species composition and biocenological similarity of horseflies for hydrolandscapes of the Pskov region

Гидроландшафты	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Равнинно-пойменно-речной		0.11*	0.02*	0.09*	0.10*	0.01*	0.10*	0.04*
2. Низменно-пойменно-озерный	0.56		0.11*	0.08*	0.12	0.03*	0.18*	0.21*
3. Низменно-междуречно-болотный	0.28	0.52		0.07	0.03*	0.15*	0.12*	0.23*
4. Возвышенно-озерно-речной	0.42	0.62	0.64		0.14*	0.02*	0.15*	0.10*
5. Холмисто-водораздельно-речной	0.53	0.67	0.45	0.60		0.01*	0.11*	0.07*
6. Низменно-водораздельно-болотный	0.28	0.50	0.82	0.56	0.39		0.03*	0.07*
7. Равнинно-междуречно-болотный	0.36	0.61	0.75	0.70	0.52	0.66		0.22*
8. Равнинно-зандрово-озерный	0.35	0.65	0.72	0.74	0.57	0.69	0.87	

Примечания. * Гидроландшафты, достоверно различающиеся по индексу Шеннона. Под диагональю – коэффициент Жаккара (K_j), над диагональю – коэффициент Вайнштейна (K).

На территории Новгородской области было выделено шесть типов ГИЛ. Наибольшее количество видов кровососущих комаров отмечено в низменно-пойменно-озерном (32 вида) и низменно-междуречно-болотном (30 видов), а наименьшее – в возвышенно-озерно-речном (19 видов). Во всех исследованных ГИЛ с разной частотой встречаются 14 видов комаров – *Aedes (Ochlerotatus) cantans*, *A. (O.) cataphylla*, *A. (Aedes) cinereus*, *A. (O.) diantaeus*, *A. flavescens* (Muller, 1764), *A. (O.) intrudens*, *A. (O.) leucomelas* (Mg., 1804), *A. (O.) pullatus*, *A. (O.) punctor*, *A. (A.) rossicus*, *A. (Aedimorphus) vexans* (Mg., 1830), *Anopheles (Anopheles) messeae*, *Coquillettidia richiardii* и *Culex pipiens*. В пяти ГИЛ отмечены *Aedes communis* и *A. excrucians*. При этом обычные виды *Aedes cataphylla* и *Anopheles messeae* характерны для всех ГИЛ. Для некоторых исследованных ГИЛ среди доминирующих видов можно выделить виды-эдификаторы. Так, в возвышенно-озерно-речном ГИЛ видами-эдификаторами служат *Aedes cantans*, *A. diantaeus* и *A. pullatus*, в низменно-пойменно-озерном – *A. cinereus*, *Culex pipiens* и *C. (C.) torrentium* Martini, 1925, в низменно-водораздельно-болотном – массовые виды *Aedes leucomelas* и *A. communis*. Выполненные расчеты индекса Шеннона показали, что наибольшие значения разнообразия и выравненности сообщества отмечены для возвышенно-озерно-речного ($H' = 2.51$), низменно-пойменно-озерного ($H' = 2.27$), низменно-междуречно-болотного ($H' = 2.21$), а наименьшие значения – для низменно-междуречно-озерного ($H' = 1.56$) ГИЛ. При этом

в низменно-междуречно-озерном ГИЛ сильно выражено доминирование *Culex pipiens* (ИД = 56.05%). Для сопоставления разнообразия и выравненности сообществ комаров в ГИЛ попарно рассчитывали уровни значимости различий индекса Шеннона между ГИЛ с использованием *t*-критерия Стьюдента. Согласно результатам расчетов, различия между всеми попарно сравниваемыми ГИЛ достоверны ($p < 0.001$ или $0.001 < p < 0.01$).

Анализ фаунистической общности видового состава комаров исследованных ГИЛ показал, что наибольшее сходство имеется между низменно-междуречно-болотным и низменно-пойменно-озерным ($K_j = 0.88$, $K = 0.37$), низменно-водораздельно-болотным и низменно-пойменно-озерным ($K_j = 0.84$, $K = 0.25$), низменно-водораздельно-болотным и низменно-междуречно-болотным ($K_j = 0.78$, $K = 0.26$). Наименьшее сходство отмечено между низменно-пойменно-озерным и холмисто-озерно-речным ($K_j = 0.55$, $K = 0.01$), низменно-болотно-междуречным и холмисто-озерно-речным ($K_j = 0.63$, $K = 0.01$), низменно-болотно-водораздельным и холмисто-озерно-речным ($K_j = 0.64$, $K = 0.03$), низменно-болотно-междуречно-озерным и низменно-пойменно-озерным ($K_j = 0.61$, $K = 0.05$) ГИЛ.

На территории РК нами было выделено шесть типов ГИЛ, с учетом единой терминологии они называются – горно-водораздельно-ледниковый, грядово-водораздельно-речной, низменно-водораздельно-болотный, низменно-болотно-междуречный, низменно-болотно-озерный и предгорно-озерно-речной. Анализ видового состава комаров в различных ГИЛ показал, что наибольшее количество видов (41) отмечено в низменно-болотно-междуречном, а наименьшее (семь видов) – в низменно-болотно-водораздельном и (девять видов) в грядово-водораздельно-речном ГИЛ. Во всех исследованных ГИЛ были отмечены комары *Aedes cataphylla*, *A. communis*, *A. diantaeus*, *A. intrudens* и *A. punctor*, в пяти из этих ГИЛ – *A. pullatus*. В пяти ГИЛ среди доминирующих или обычных видов комаров можно выделить виды-эдификаторы. Так, в грядово-водораздельно-речном ГИЛ к видам-эдификаторам принадлежат *Culex pipiens*, в низменно-болотно-водораздельном – *Aedes diantaeus* и *A. excrucians*, в низменно-междуречно-болотном – *Culex torrentium* и *Aedes (O.) dorsalis* (Mg., 1830), в низменно-болотно-озерном – *A. cantans*, в предгорно-озерно-речном – *A. communis* и *A. punctor*. При этом для горно-водораздельно-ледникового и грядово-водораздельно-речного ГИЛ отмечены общие массовые виды *A. punctor*, *A. cataphylla* и *A. intrudens*, для низменно-междуречно-болотного, низменно-болотно-озерного и предгорно-озерно-речного – *A. communis* и *A. punctor*. Установлены виды комаров, которые относятся к индикаторам ГИЛ. В низменно-междуречно-болотном ГИЛ к видам-индикаторам принадлежит *A. (O.) nigrinus* (Eckstein, 1918), в предгорно-озерно-речном – *A. (O.) riparius*. Выполненные расчеты индекса Шеннона показали, что наибольшее разнообразие и выравненность сообщества отмечены для низменно-болотно-озерного ($H' = 2.22$), низменно-междуречно-болотного ($H' = 2.12$) и горно-водораздельно-ледникового ($H' = 1.96$), а наименьшее – для низменно-водораздельно-болотного ($H' = 1.73$), грядово-водораздельно-речного ($H' = 1.80$) и предгорно-озерно-речного ($H' = 1.82$) ГИЛ.

Анализ фаунистической общности видового состава комаров и биоценологического сходства исследованных ГИЛ показал, что наибольшее сходство имеется между предгорно-озерно-речным и низменно-междуречно-болотным ($K_j = 0.57$, $K = 0.18$), грядово-водораздельно-речным и горно-водораздельно-ледниковым ($K_j = 0.46$,

$K = 0.17$) ГИЛ, а наименьшее – между низменно-междуречно-болотным и горно-водораздельно-ледниковым ($K_j = 0.24$, $K = 0.002$), низменно-междуречно-болотным и грядово-водораздельно-речным ($K_j = 0.22$, $K = 0.004$) (табл. 3).

Таблица 3. Значение коэффициента фаунистической общности видового состава и биоценологического сходства комаров для гидроландшафтов Республики Коми

Table 3. The value of the coefficient of faunal community of species composition and biocenological similarity of mosquitoes for hydrolandscapes of the Komi Republic

Гидроландшафты	1	2	3	4	5	6
1. Горно-водораздельно-ледниковый		0.17*	0.02	0.002*	0.09*	0.01*
2. Грядово-водораздельно-речной	0.46		0.01	0.004*	0.05*	0.01
3. Низменно-водораздельно-болотный	0.42	0.45		0.0002	0.03*	0.001
4. Низменно-междуречно-болотный	0.24	0.22	0.17		0.01	0.18*
5. Низменно-болотно-озерный	0.42	0.37	0.41	0.41		0.01*
6. Предгорно-озерно-речной	0.40	0.21	0.28	0.57	0.40	

Примечания. * Гидроландшафты, достоверно различающиеся по индексу Шеннона. Под диагональю – коэффициент Жаккара (K_j), над диагональю – коэффициент Вайнштейна (K).

ОБСУЖДЕНИЕ

Прогноз колебаний численности амфибиотических насекомых требует учитывать степень увлажнения не только локальных мест развития преимагинальных стадий, но и более обширных территорий расселения имаго комаров и слепней. Характер влагонакопления и интенсивность поверхностного стока обусловлены региональными особенностями рельефа, водных объектов, растительного и почвенного покрова. Согласно результатам комплексного районирования, выполненного на примере Новгородской, Ленинградской, Псковской областей, а также Республики Коми, составлены гидроландшафтные карты-схемы для мониторинга видового состава и численности насекомых «комплекса гнуса». Гидроландшафты этих регионов по составу видов-эдификаторов и видов-индикаторов слепней и комаров различаются незначительно. Однако расчеты экологических коэффициентов Ванштейна, Шеннона и Жаккара показывают, что различия между ГИЛ достоверны. Эти территории также заметно различаются по относительной численности отдельных видов слепней и комаров. Относительная численность вида-индикатора верховых болот комара *Aedes punctor*

наиболее низка в низменно-водораздельно-болотном ГИЛ, где типовой стацией являются верховые болота. На других территориях он повсеместно относится к массовым видам, уступая по численности только видам-эдификаторам верховых болот: *A. communis*, *A. excrucians*, *A. diantaeus* и *A. leucomelas*. В этом же ГИЛ отмечено максимальное фаунистическое разнообразие слепней. Среди 32 видов, выявленных в низменно-водораздельно-болотном ГИЛ, к видам-эдификаторам относятся слепни *Hybomitra bimaculata*, *H. muehlfeldi* и *Haematopota p. pluvialis*, а *Chrisops nigripes* является здесь видом-индикатором. Другой вид слепня *Tabanus bromius* – вид-эдификатор низменно-междуречно-болотного ГИЛ, только здесь вид достигает максимальной относительной численности популяций (более 8%). На территориях других ГИЛ *T. bromius* не встречается или встречается редко или единично. Он составляет в сборах до 0.5% в холмисто-водораздельно-речных и равнинно-зандрово-озерных гидроландшафтах и менее 0.1% в низменно-пойменно-озерном. Таким образом, разнообразие и частота встречаемости ряда видов комаров и слепней обусловлены территориальными особенностями влагооборота.

Методы космического зондирования земной поверхности позволяют получить количественную оценку тех факторов среды (например, запасов воды в снежном покрове), которые определяют распространение популяций комаров и слепней (Василевич, Щанов, 2023; Чурюлин и др., 2018). Однако интерпретация этих показателей едва ли возможна без районирования территорий, т.е. применения типологического подхода в целях обобщения разноаспектной информации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим коллег-диптерологов А.В. Халина и С.В. Айбулатова за помощь в сборе и определении материала с территории ЛО и Санкт-Петербурга, а также В.В. Буканова, А.А. Снесареву и С.А. Коузова за сборы имаго кровососущих комаров в Кингисеппском р-не ЛО. Благодарим А.Ю. Боровлева за помощь в изготовлении карт-схем.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена на базе коллекции Зоологического института РАН (ЗИН РАН) (УФК ЗИН рег. № 2-2.20), согласно задачам темы отдела экологии животных Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» (Гос. регистрационный номер: 122040600025–2), а также лаборатории по изучению паразитических членистоногих «Разработка современных основ систематики и филогенетики паразитических и кровососущих членистоногих» (Гос. регистрационный номер 122031100263-1) Министерства науки и высшего образования.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных, соответствующих критериям Директивы 2010/63/EU.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агасой В.В., Прокофьев В.В., Медведев С.Г. 2019. Биологические особенности слепней (Diptera, Tabanidae) и ландшафтное зонирование Псковской области. *Паразитология* 53 (5): 379–398. [Agasoj V.V., Prokofev V.V., Medvedev S.G. 2019. Biologicheskie osobennosti slepnej (Diptera, Tabanidae) i landshaftnoe zonirovaniye Pskovskoj oblasti. *Parazitologiya* 53 (5): 379–398. (In Russian)].
- Арманд Д.Л. 1975. Наука о ландшафте. Основа теории и логико-математические методы. М., Мысль, 287 с. [Armand D.L. 1975. *Nauka o landshafte. Osnova teorii i logiko-matematicheskie metody*. M., Mysl', 287 s. (In Russian)].
- Беклемишев В.И. 1947. Проблемы типизации малярийных очагов и ландшафтного зонирования территории. Зоологический вестник Академии наук СССР, Л., 231–240. [Beklemishev V.I. 1947. Problemy tipizacii malyarijnyh ochagov i landshaftnogo zonirovaniya territorii. *Zoologicheskij vestnik Akademii nauk SSSR*, L., 231–240. (In Russian)].
- Вайнштейн Б.А. 1967. О некоторых методах оценки сходства биоценозов. Зоологический журнал 46 (7): 981–986. [Vajnshtejn B.A. 1967. O nekotoryh metodah ocenki skhodstva biocenozov. *Zoologicheskij zhurnal* 46 (7): 981–986. (In Russian)].
- Василевич М.И., Щанов В.М. 2023. Пространственная и временная дифференциация параметров снежного покрова в таежной зоне Европейского северо-востока России. *Криосфера Земли* 27 (2): 45–54. [Vasilevich M.I., Shchanov V.M. 2023. Prostranstvennaya i vremennaya differenciaciya parametrov snezhnogo pokrova v taezhnoj zone Evropejskogo severo-vostoka Rossii. *Kriosfera Zemli* 27(2): 45–54. (In Russian)]. Режим доступа: DOI: 10.15372/KZ20230205
- Гуцевич А.В., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. 1970. Комары (Семейство Culicidae). Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука. Т. 3 (4). 384 с. [Gucevich A.V., Monchadskij A.S., Shtakel'berg A.A. 1970. *Komary (Semejstvo Culicidae)*. Fauna SSSR. Nasekomye dvukrylye. L.: Nauka. T. 3 (4). 384 s. (In Russian)].
- Гуцевич А.В., Дубицкий А.М. 1981. Новые виды комаров фауны Советского Союза. Паразитологический сборник Зоологического института РАН 30: 97–165. [Gucevich A.V., Dubickij A.M. 1981. Nove vidy komarov fauny Sovetskogo Soyuza. *Parazitologicheskij sbornik Zoologicheskogo instituta RAN* 30: 97–165. (In Russian)].
- Исаченко А.Г. 1991. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учеб. пособие. М., Высш. шк., 366 с. [Isachenko A.G. 1991. *Landscape science and physical-geographical zoning: Textbook*. Allowance. M., Higher. School, 366 pp. (In Russian)].
- Исаченко А.Г. 2006. Ландшафтоведение вчера и сегодня. Известия РГО 13 (5): 1–20. [Isachenko A.G. 2006. *Landshaftovedenie vchera i segodnya*. *Izvestiya RGO* 13(5): 1–20. (In Russian)].
- Лесненко В.К. 2002. Природные ресурсы Псковской области, их рациональное использование. Псков, ПГПИ, 1–136. [Lesnenko V.K. 2002. *Prirodnye resursy Pskovskoj oblasti, ih racional'noe ispol'zovanie*. Pskov, PGPI, 1–136. (In Russian)].
- Лурье И.К. 2004. Основы геоинформационного картографирования. М., Изд-во МГУ, 120 с. [Lur'e I.K. 2004. *Osnovy geoinformacionnogo kartografirovaniya*. M., Izd-vo MGU, 120 s. (In Russian)].
- Медведев С.Г. 2009. Фауна кровососущих насекомых Северо-Запада России. Характеристика ареалов. Энтомологическое обозрение 88 (1): 83–98. [Medvedev S.G. 2009. The Fauna of Bloodsucking Insects of Northwestern Russia. Characteristics of the Ranges. *Entomological Review* 89 (1): 56–68. (In Russian)].
- Медведев С.Г. 2011. Фауна кровососущих насекомых комплекса гнуса (Diptera) Северо-Западного региона России. Анализ распространения. Энтомологическое обозрение 90 (3): 527–547. [Medvedev S.G. 2011. The Fauna of Bloodsucking Insects of the Gnus Complex (Diptera) of Northwest Russia. Analysis of Distribution. *Entomological Review* 91 (9): 1092–1107. (In Russian)].
- Медведев С.Г., Лобанов А.Л. 1999. Информационно-аналитическая система по мировой фауне блох (Siphonaptera) (итоги и перспективы развития). Энтомологическое обозрение 78 (3): 732–748. [Medvedev S.G., Lobanov A.L. 1999. Information-analytic system on the world fauna of fleas (Siphonaptera): results and prospects of development. *Entomological Review* 79 (6): 654–665. (In Russian)].
- Медведев С.Г., Лобанов А.Л., Лянгузов И.А., Кункова Е.В. 2004. Обработка информации средствами баз данных в фаунистических и таксономических исследованиях. Энтомологическое обозрение 83 (4): 924–936. [Medvedev S.G., Lobanov A.L., Lyanguzov I.A., Kunkova E.V. 2004. Obrabotka informacii sredstvami baz dannyh v faunisticheskikh i taksonomicheskikh issledovaniyah. *Entomologicheskoe obozrenie* 83 (4): 924–936. (In Russian)].
- Медведев С.Г., Панюкова Е.В. 2005. Ландшафтные особенности распространения комаров сем. Culicidae (Diptera) в Новгородской области. Энтомологическое обозрение 84 (4): 798–827. [Medvedev S.G., Panyukova E.V. 2005. Landshaftnye osobennosti rasprostraneniya komarov sem. Culicidae (Diptera) v Novgorodskoj oblasti. *Entomologicheskoe obozrenie* 84 (4): 798–827. (In Russian)].

- Медведев С.Г., Айбулатов С.В., Беспятова Л.А., Бродская Н.К., Паниюкова Е.В., Халин А.В., Янковский А.В. 2007. Фауна кровососущих насекомых комплекса гнуса (Diptera) Северо-Западного региона России. I. Общая характеристика фауны. Энтомологическое обозрение 86 (4): 827–844. [Medvedev S.G., Aibulatova S.V., Bespyatova L.A., Brodskaya N.K., Panyukova E.V., Khalin A.V., Yankovsky A.V. 2007. Bloodsucking Dipteran Insects (Diptera) Attacking Humans and Animals (the “Gnus” Complex) in Northwestern Russia: I. General Characteristics of the Fauna. Entomological Review 87 (9): 1218–1231. (In Russian)].
- Медведев С.Г., Айбулатов С.В. 2012. Районирование территории Ленинградской обл. и Санкт-Петербурга в связи с особенностями распространения кровососущих насекомых комплекса гнуса (Diptera). Энтомологическое обозрение 91 (3): 624–639. [Medvedev S.G., Aibulatov S.V. 2013. Regionalization of the Territory of St. Petersburg and Leningrad Province in Connection with the Distribution of Blood-Sucking Dipterans. Entomological Review 93 (5): 608–619. (In Russian)].
- Наумов Н.П. 1963. Экология животных. М., Изд-во Высшая школа, 618 с. [Naumov N.P. 1963. Ekologiya zhivotnyh. M., Izd-vo Vysshaya shkola, 618 s. (In Russian)].
- Олсуфьев Н.Г. 1937. Слепни (Tabanidae). Фауна СССР. М.–Л., Изд-во Академии наук СССР, 7(2), 433 с. [Olsuf'ev N.G. 1937. Slepni (Tabanidae). Fauna SSSR. M.–L., Izd-vo Akademii nauk SSSR, 7(2), 433 s. (In Russian)].
- Олсуфьев Н.Г. 1977. Слепни Семейства Tabanidae. Фауна СССР. Двукрылые насекомые 7(2). М.–Л., Наука, 436 с. [Olsuf'ev N.G. 1977. Slepni Semejstva Tabanidae. Fauna SSSR. Dvukrylye nasekomye 7(2). M.–L., Nauka, 436 s. (In Russian)].
- Паниюкова Е.В., Канев В.А. 2023. Ландшафтные особенности распространения кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) в Республике Коми. Принципы экологии 2 (48): 78–93. [Panyukova E.V., Kanev V.A. 2023. Landshaftnye osobennosti rasprostraneniya krovososushchih komarov (Diptera, Culicidae) v Respublike Komi. Principy ekologii 2 (48): 78–93. (In Russian)]. Режим доступа: DOI: 10.15393/jl.art.2023.13602. <https://ecopri.ru/journal/article.php?id=13602>
- Паниюкова Е.В., Остроушко Т.С. 2017. Кровососущие комары (Diptera: Culicidae). М., 1–209. (Фауна европейского северо-востока России. Кровососущие комары 9 (2)). [Panyukova E.V., Ostroushko T.S. 2017. Krovososushchie komary (Diptera: Culicidae). M., 209 s. (Fauna evropejskogo severo-vostoka Rossii. Krovososushchie komary 9 (2): 209. (In Russian)].
- Паниюкова Е.В., Пестов С.В., Мад Е.Г. 2014. Информационная система по насекомым комплекса гнуса Северо-Востока Европейской части России. Паразитология 48 (1): 71–75. [Panyukova E.V., Pestov S.V., Madi E.G. 2014. Informacionnaya sistema po nasekomym kompleksa gnusa Severo-Vostoka Evropejskoj chasti Rossii. Parazitologiya 48 (1): 71–75. (In Russian)].
- Песенко Ю.А. 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., Наука, 287 с. [Pesenko Yu.A. 1982. Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah. M., Nauka, 287 s. (In Russian)].
- Румш Л.Т. 1948. Комары Севера СССР. Паразитологический сборник ЗИН АН СССР 10: 87–95. [Rumsh L.T. 1948. Komary Severa SSSR. Parazitologicheskij sbornik ZIN AN SSSR 10: 87–95. (In Russian)].
- Сазонова О.Н. 1959. Комары рода *Aedes* Рыбинского водохранилища и обзор фауны рода *Aedes* лесной зоны Европейской части РСФСР. Труды Дарвинского гос. заповедника, Вологда, 5: 209–303. [Sazonova O.N. 1959. Komary roda *Aedes* Rybinskogo vodохраниishcha i obzor fauny roda *Aedes* lesnoj zony Evropejskoj chasti RSFSR. Trudy Darvinskogo gos. zapovednika, Vologda, 5: 209–303. (In Russian)].
- Скуфьин К.В. 1973. Методы сбора и изучения слепней. Л., Наука, 104 с. [Skuf'in K.V. 1973. Metody sbora i izucheniya slepnej. L., Nauka, 104 s. (In Russian)].
- Тютюнник Ю.Г. 2009. Ландшафтная энтомология: предмет исследования, становление. Известия РАН. Серия географическая 5: 34–43. [Tyutyunnik Yu.G. 2009. Landshaftnaya entomologiya: predmet issledovaniya, stanovlenie. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya 5: 34–43. (In Russian)].
- Чернов Ю.И. 1975. Природная зональность и животный мир суши. М., Мысль, 222 с. [Chernov Yu.I. 1975. Prirodnaya zonal'nost' i zhivotnyj mir sushi. M., Mysl', 222 s. (In Russian)].
- Чурюлин Е.В., Копейкин В.В., Розинкина И.А., Фролова Н.Л., Чурюлина А.Г. 2018. Анализ характеристик снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на европейской территории Российской Федерации. Гидрометеорологические исследования и прогнозы 2 (368): 120–143. [Churyulin E.V., Kopejkin V.V., Rozinkina I.A., Frolova N.L., Churyulina A.G. 2018. Analiz harakteristik snezhnogo pokrova po sputnikovym i model'nym dannym dlya razlichnyh vodosborov na evropejskoj territorii Rossijskoj Federacii. Gidrometeorol. issled. i prognozy 2 (368): 120–143. (In Russian)].
- Шарков А.А., Лобкова М.П., Усова З.В. 1984. Кровососущие комары (сем. Culicidae) и мошки (сем. Simuliidae) Европейского Севера СССР. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 152 с.

- [Sharkov A.A., Lobkova M.P., Usova Z.V. 1984. Krovososushchie komary (sem. Culicidae) i moshki (sem. Simuliidae) Evropejskogo Severa SSSR. Petrozavodsk, Karel'skij filial AN SSSR, 152 s. (In Russian)].
- Ярошенко В.А. 1997. Экология насекомых. Учебное пособие. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 144 с. [Yaroshenko V.A. 1997. *Ekologiya nasekomyh*. Uchebnoe posobie. Krasnodar: Izd-vo Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta, 144 s. (In Russian)].
- Яхонтов В.В. 1964. Экология насекомых. Учебное пособие. М., Высшая школа, 457 с. [Yahontov V.V. 1964. *Ekologiya nasekomyh*. Uchebnoe posobie. M., Vysshaya shkola, 457 s. (In Russian)].
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J., Kaiser A. 2003. Mosquitoes and their control. Kluwer Academic. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, Plenum Publishers, 498 pp.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Madon M., Kaiser A. 2010. Mosquitoes and their control. Second Edition. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer, 577 pp.
- Chvála M., Lyneborg L., Moucha J. 1972. The horse flies of Europe (Diptera, Tabanidae). The Entomological Society of Copenhagen, Copenhagen, 508 p.
- Kholodilov I.S., Belova O.A., Morozkin E.S. et al. Geographical and Tick-Dependent Distribution of Flavi-Like Alongshan and Yanggou Tick Viruses in Russia. 2021. *Viruses* 13 (3): 458. Режим доступа: DOI: 10.3390/v13030458. URL: <https://www.mdpi.com/1999-4915/13/3/458>

HYDROLANDSCAPE METHOD OF TERRITORY ZONING: CONCEPT AND APPLICATION EXPERIENCE

E. V. Panyukova, V. V. Agasoi, S. G. Medvedev

Keywords: mosquitoes, horseflies, landscapes, hydrolandscapes, entomological zoning, classification, North-West Russia

SUMMARY

The paper describes the method and algorithm for creating the sketch-maps of hydrolandscapes to solve practical tasks of forecasting and controlling the number of mass species of blood-sucking insects such as gadflies and mosquitoes. The hydrolandscape method consists in dividing the regions into zones by content, distribution and conservation of moisture as the most important ecosystemic component. The method evaluates the influence of insufficient or excessive moisture content on the life activity of amphibiotic insects. Landscapes similar by moisture content, relief, mesoclimate, soils, vegetation and groups of blood-sucking insects are combined into hydrolandscapes. This method has been applied for different regions of the North-West of Russia (the Novgorod, Leningrad and Pskov Regions), as well as for the Komi Republic. The paper illustrates this experience. Using the hydrolandscape method, the specialists can forecast the species composition and relative abundance of blood-sucking insects in remote areas before they get developed by humans.