

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА  
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ



# СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Коллективная монография

Санкт-Петербург  
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена  
2019

УДК911.5  
ББК 26.8  
С56

*Печатается по решению Совета  
факультета географии РГПУ им. А. И. Герцена*

Рецензенты:

*Ал. А. Григорьев, Д. В. Севастьянов*

Ответственные редакторы:

*Д. А. Субетто, А. Н. Паранина*

**С56    Современные географические и междисциплинарные исследования:** коллективная монография / отв. ред. Д. А. Субетто, А. Н. Паранина. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. — 188 с.

ISBN 978-5-8064-2797-8

Монография представляет материалы практических исследований и теоретических обобщений коллектива авторов, специализирующихся в различных областях географии и смежных наук (биологии, экологии, экономики), и позволяет оценить возможности географических подходов и методов для решения экологических, экономических и духовных проблем, создающих угрозы для природы Земли и мирового сообщества.

Рассмотренные авторами примеры применения географических методов для проведения междисциплинарных исследований будут интересны широкому кругу специалистов, а также аспирантам и студентам магистратуры, совершенствующимся в области естественных и гуманитарных наук.

**ББК 26.8**

© Коллектив авторов, 2019

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2019

© С. В. Лебединский, оформление обложки, 2019

ISBN 978-5-8064-2797-8

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные информационные и космические технологии, развитие средств навигации и коммуникации стали основой глобального моделирования, мощного развития и широкого распространения системных представлений о Земле. Это неизбежно ведет к интеграции различных отраслей знания, повышает роль междисциплинарных исследований и вклад географии в процессы поиска решений существующих проблем.

Данная монография представляет материалы практических исследований и теоретических обобщений коллектива авторов, специализирующихся в различных областях географии и смежных наук (биологии, экологии, экономики), и позволяет оценить возможности географических подходов и методов для решения экологических, экономических и духовных проблем, создающих угрозы для природы Земли и мирового сообщества.

В главе 1, написанной заведующим кафедрой экономической географии РГПУ им. А. И. Герцена, чл.-кор. РАО проф. Ю. Н. Гладким в соавторстве с заведующим кафедрой обучения географии и краеведению проф. В. Д. Сухоруковым, раскрываются существенные аспекты экологического образования и воспитания, которые определяют нравственное здоровье общества, его способность к поступательному развитию.

Главы 2–5 написаны специалистами в области естественных наук — климатологии, геоэкологии, биологии. Они посвящены рассмотрению междисциплинарных проблем, связанных с моделированием, оценкой и прогнозом развития географических систем, природных компонентов и процессов локального, регионального и глобального масштаба. Авторы знакомят читателей с различными методами анализа естественной динамики и антропогенной трансформации природной среды. Рассматриваются процессы современного потепления климата (д-р геогр. наук В. А. Обязов), возможности регионального моделирования воспроизводства лесных ресурсов (д-р геогр. наук А. В. Любимов, д-р. пед. наук Е. М. Нестеров), фундаментальные основы токсикологических методов оценки качества окружающей среды (загрязнения водоемов) и практические результаты исследований воздействия этих изменений на жизнедеятельность организмов (д-р хим. наук Г. Т. Фрумин, асп. Н. А. Малышева). Эти материалы убедительно показывают, что перспективы наиболее

полного решения любой проблемы, даже исследуемой на организменном, клеточном и генетическом уровне, связаны с учетом широкого спектра географических факторов (д-р биол. наук И. И. Шамров).

Главы 6–7 отражают важные результаты развития общественной географии в ее диалектическом взаимодействии с экономикой, социологией, регионоведением, геополитикой и семиотикой. Большое теоретическое и прикладное значение имеет представленный доктором экономических наук, проф. Л. В. Ларченко региональный анализ проблем освоения ресурсов Арктики. С еще одной стороны продуктивность географического подхода показывает работа, посвященная истории формирования государственных флагов (д-р. геогр. наук Л. В. Мартынов, канд. геогр. наук И. Е. Сазонова). Очевидно, что только с учетом географического положения и длительных процессов формирования территориальной организации и культурных традиций можно получить глубокое представление о содержательном наполнении современной государственной символики. Результаты таких исследований показывают, что даже самые абстрактные знаки и символы отражают не только культурную память народов, но и обобщенный образ освоенной ими земли.

Заключительная глава монографии представляет результаты развития географии культуры на основе применения методов физической, математической, эволюционной географии к фактам и артефактам, накопленным в гуманитарном знании (канд. геогр. наук А. Н. Паранина, студ. Р. В. Паранин). Показана эффективность применения естественнонаучных методов и фундаментальных законов функционирования географической оболочки Земли для рационального объяснения материальной и нематериальной культуры человека доисторического прошлого, сохраненной в архаичной народной традиции. Географические исследования объектов культурного наследия позволяют: мобилизовать объективную информацию о природе и культуре каменного века, уточнить современную научную картину мира, в том числе дополнить реконструкции и модели прошлого, построить более надежный прогноз.

Примеры применения географических методов для междисциплинарных исследований будут интересны широкому кругу специалистов, а также аспирантам и студентам магистратуры, совершенствующимся в области естественных и гуманитарных наук.

*Д. А. Субетто  
А. Н. Паранина*



## ГЛАВА 1

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Ю. Н. Гладкий, В. Д. Сухоруков

### 1.1. ВВЕДЕНИЕ

В основе рассмотрения географического пространства лежит картина осмысленно-единых природы и общества. То есть, географическое пространство — это символическое выражение природы, в рамках которой человек сообщает единство и значение собственной жизни и тем самым интенсифицирует (и орнаментирует) ее действительность. Следовательно, понимание экологического равновесия географического пространства должно отражать системный характер созерцаемой действительности. Поэтому равновесие в системе «общество — природа» носит многогранный характер и включает в свою сферу взаимодействие человека как *биосоциального существа* со сложным многокомпонентным окружающим миром. Это взаимодействие происходит в условиях постоянно усложняющейся среды обитания и может рассматриваться во множестве контекстов [6, 29].

Авторы под экологическим равновесием в широком смысле понимают непрерывно меняющееся соотношение геопространственных объектов, процессов и явлений, обеспечивающих устойчивое взаимодействие природы и человеческого общества. Смысловое содержание экологического равновесия базируется на принципах динамичности и цикличности развития природных, антропогенных и природно-антропогенных систем. Это означает, что экологическое равновесие требует масштабного осмысления, отражающего неразрывное единство природы и человека.

Кстати, подобное единство показательно для так называемой «*deep ecology*» («глубокой экологии»), приобретшей сегодня широкий резонанс на Западе [25, 26, 28–31]. Она представляет собой «*экологическую философию*», способствующую утверждению самоценности всех живых существ, независимо от их инструментальной полезности для человеческих потребностей. Странники данного научного течения исходят

из того, что природный мир — это тонкий баланс сложных взаимосвязей, в которых существование организмов зависит от существования других внутри экосистем. Вмешательство человека в естественный мир или его разрушение представляет угрозу не только для человека, но и для всех организмов, составляющих естественный порядок.

## 1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сущность экологического равновесия географического пространства свидетельствует о нерасторжимом единстве природы и общества, в котором пересекаются самые влиятельные процессы и обстоятельства планетарной действительности. Экологическое равновесие можно назвать необходимой формой устойчивого развития общества и новым образом жизни. При этом экологическое равновесие является заботой не только о среде обитания, но прежде всего о самом *человеке*. Следовательно, экологическое равновесие — это интеграция природной и гуманитарной сферы, в результате которой воплощается уникальный *жизненный мир* людей. Отсюда ведущим методом исследования авторами выбрано *идиографическое* описание ценностных контекстов экологического равновесия в их неповторимой уникальности и феноменологичности. Целостное видение предметной картины обеспечивает также фактический материал гуманитарного характера, содержащийся в использованных научно-информационных источниках.

## 1.3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1.3.1. Географическое пространство и человеческое общество

Географическое пространство, отражающее всеобщие и познаваемые формы взаимодействия природных и социальных явлений, процессов и объектов, мыслится частью бесконечного пространства, единого в своем существе.

Теоретическое объяснение такого единого пространства было представлено в древнегреческом мире *Аристотелем* (IV в. до н. э.). Оно оставалось преобладающим в течение очень длительного времени. Понятие пространства, которое действует сегодня, разработал и ввел в науку *Р. Декарт* (1596–1650) в рамках своего философского мышления. Он определил субъект как «вещь мыслящую», а объект — как

«вещь протяженную», «пространственную», находящуюся с другой стороны от мыслящего субъекта. Декартово толкование пространства твердо укрепилось в мировой и отечественной научной мысли [4, с. 101–103; 8, с. 18–21, 22].

По-другому пространство понимал *И. Ньютон* (1642–1727). Он представлял его особым физическим началом, предшествующим вещам, и местом, занимаемым телами. При этом выделялось *абсолютное* пространство, которое всегда оставалось одинаковым и неподвижным, и *относительное* в качестве меры, определяемой субъективными чувствами [4, с. 107–110].

Глубокое вложение в толкование пространства внес *И. Кант* (1724–1804), который утверждал, что пространство есть необходимое априорное представление, лежащее в основе всех внешних созерцаний. Поэтому о пространстве можно говорить только с точки зрения человека и его субъективной чувственности. Следовательно, отсутствие пространства является немыслимым и невозможным [10, с. 65–71].

Задуманное таким образом пространство оказалось *количественным* (формальным явлением внешних чувств), еще не имевшим *качественных* (сущностных) характеристик. Данное утверждение о «пространстве-вместилище» и «пространстве-чувствилище» стало «концептуальным продуктом», основательно внедренным в общее научное сознание. Однако понимание пространства всецело зависит от времени, в котором живет общество. Поэтому в XX в. утвердившиеся взгляды стали подвергаться ревизии, корректировке и развитию. Примеры — общая теория относительности *А. Эйнштейна* (1879–1955), заменившая понятие о веществе на понятие о материально-энергетическом поле и концепция нелокального пространства *Н. Бора* (1885–1962) в естествознании, но также теория порядка *Ф. Хайека* (1899–1992) и синергетическая модель *И. Пригожина* (1917–2003) в общественных науках [8, с. 22; 27, с. 421].

Современное видение пространства заключается в переходе от *количественной* (стерической) парадигмы к *качественному* (метаболическому) восприятию окружающего мира. Стерическое пространство — это пространство взаимного расположения объектов. Метаболическое пространство является пространством последовательных и одновременных перемен. Одновременность перемен обусловлена полимерной структурой такого пространства. Основными видами изменений выступают события, явления, процессы, действия. При этом изменения возникают независимо от того, покоится

объект на одном месте или нет. Метаболическое пространство представляется сверхтонкой реальностью, физическим референтом которой остается материя. Таким образом, в понимании пространства необходимо различать пространство объектов и пространство перемен (событий, явлений, процессов, действий). Каждое из них представляется системой. Обе категории пространства всегда двуедины, но для удобства восприятия в ментальном воображении субъекта они могут существовать по отдельности [4, с. 280; 12].

Наблюдаемое метаболическое пространство для субъекта — это настоящее время, в котором происходит становление перемен. В прошедшем времени текущих изменений нет, потому что они уже произошли, но его пространство уже стало насыщенным. В будущем времени перемены тоже отсутствуют, так как они еще должны произойти и его пространство обязательно будет насыщено предстоящими переменами. В настоящем времени будущие события (явления, процессы, действия) могут происходить виртуально. Они реализуются, когда фаза настоящего превращается в прошедшее, а фаза будущего — в настоящее. Например, в настоящем времени будущие события мысленно происходят в воображении ученого, педагога, инженера, врача и любого из нас, так как человек запрограммирован на продуцирование собственного метаболического пространства и времени. Другими словами, всякий субъект существует в настоящем благодаря прошедшему и во имя будущего [12].

С точки зрения качественного (метаболического) пространства место нахождения явления (например, расположение общества, ландшафт, природные условия) чрезвычайно важны для установления смысла этого явления, его анализа и прогноза. Пространство не пустота или преграда для каких-либо действий. Это некая мыслящая среда, механизмы которой определяют структурные особенности всех существующих в ней компонентов. Поэтому любое общество, находящееся в том или ином пространстве, обязательно обретает собственное интегральное содержание. Иначе говоря, пространство в реальности является *смыслообразующей* субстанцией, наделенной *топологическими* свойствами [7, с. 25, 89, 234–260].

Следовательно, пространство для географии — это процесс вовлечения человека и природы в отношения с миром, в котором они существуют [21, с. 20–25]. Пространство никогда не является нейтральным и бесчувственным, но всегда представляется непрерывным, видимым, слышимым и осязаемым. Таким образом, пространство идентично акту его

*познания*, который переживается глубоким *осмыслением*, ценностным *восприятием* и разумным *действием*. При этом пространство и познающий его человек всегда остаются незавершенными.

### 1.3.2. Ценностные императивы пространства

Необходимо согласиться с тем, что для каждого человека существует лишь пространство его личной индивидуальности, создающее общий мир «интерсубъективности». Возникает ощущение, что для нас нет никакого другого мира, кроме человеческого. Поэтому выбираемый индивидом смысл бытия в итоге превращается в ценность. Следовательно, пространство человека — это внутренняя совокупность ценностей, лежащих вне материальной очевидности [17, с. 319–334].

В виде ценности в пространстве может выступать любой объект или процесс, который человеком *оценивается* с той или иной точки зрения. То есть, ценностью является не столько зримое свойство мира, сколько понимаемое качество, располагающееся в актах субъективного эмоционального переживания. Поэтому кроме материальных ценностей существуют более значимые духовно-нравственные богатства — этические идеалы и убеждения, явления общественной жизни, традиции и обычаи, моральные нормы и религиозные заповеди, ритуалы, праздники и многое другое, без чего не существует подлинная жизнь [2, с. 441–434; 24, с. 299–333].

Для географического познания это означает, что окружающая действительность изучается не только посредством ее внешнего состояния, но также изнутри. При этом понимание внутренней реальности сводится к элементам «чувства и осознания жизни». Следовательно, чувственно-сознательной субстанцией пространства выступает человеческая *экзистенция* как субъективное *телесно-душевно-духовное* единение, создающее бесконечные картины бытия [22, с. 48, 212]. Тем самым пространство как *живой мир* обретает нравственные характеристики, присущие человеческой природе. В свою очередь, нравственно окрашенная действительность позволяет людям выходить за пределы собственных внутренних представлений и деятельно утверждать заданные ценности. Поэтому необходимость нравственного миропонимания является настоятельной и не подлежащей сомнению [5, с. 257; 9, с. LVII, LXII]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Об этом утверждали многие выдающиеся личности, в том числе представители иррационализма. Наиболее яркий из них *А. Шопенгауэр* (1788–1860) говорил

Духовно-нравственные атрибуты пространства в отличие от правовых норм санкционируются не властью закона, но сознанием человека, могуществом традиций и общественного мнения. Это говорит о том, что «нравственный закон» призван сохранять пространство и человека, продолжать жизнь. Напротив, нравственная испорченность порождает не только общие преступления, но лежит в основе более глубокой деформации пространства, ведущей к уничтожению человеческой жизни [9; 13, с. 414–415].

К сожалению, духовность и нравственность являются дефицитом современного человечества. Общепринятым диагнозом сейчас считается деморализация общества и постепенное умаление духовного смысла жизни. В большинстве случаев духовно-нравственное отношение к происходящим событиям оказывается периферийным в сравнении с другими обстоятельствами — политическими, экономическими, технологическими, информационными и прочими. Это приводит к тому, что в мире продолжают господствовать материальные императивы, принижающие роль идеальных основ жизни.

Исчерпывающие свидетельства духовной и нравственной анархии, разрастающейся в современной цивилизации, приводил выдающийся русско-американский социолог *П. А. Сорокин* (1889–1968). Он с большой тревогой говорил о силах, порождающих революции, мятежи, волнения, войны и преступления против человечества. Его беспокоило возможное унижение величайших ценностей прошлого и замещение традиционной культуры беспорядочной массой элементов, лишенных единства и индивидуальности. Он предсказывал исчезновение в будущем громких имен в классической музыке, живописи, философии, литературе, но появление посредственных псевдомыслителей, ремесленников от науки и искусства, шоумейкеров и всякого рода «звезд». При этом имена великих и знаменитых предков станут привесками к банальному пустозвонству, рекламирующему потребительские удовольствия. Особенно опасным он считал превращение мышления в «поиск информации», а просвещенного знания в «операционное управление». По этим причинам, говорил он, уменьшится безопасность жизни и имущества, а, значит, покой в душе и счастье станут редкостью [18, с. 880–883].

---

следующее: «предположение, что мир имеет только физический смысл и никакого нравственного, самое ужасное заблуждение, когда-либо возникающее из испорченности человеческого духа» [Цит. по: 9, с. 187].

Чтобы изменить негативный ценностно-мировоззренческий климат пространства в современном мире необходимо усилить роль *духовно-нравственной культуры*. В реальном представлении данная культура — это гуманизм, мыслящий *человечность человека*, гуманизм, где во главу угла ставится не индивид, но *существо человека* с его истоком в истине бытия [23, с. 17].

Таким образом, человек, получив во владение бытие, возлагает на себя полную ответственность за существование в пространстве и времени. Следовательно, действительным предметом научного познания в географии выступает *пространственный мир человека*, ибо пространство вне человека не обладает смыслом.

### 1.3.3. Экологический кодекс общества

В диалоговой сфере природы и человека наиболее ярко проявляют себя социальный и экономический аспекты. Они выражаются в ресурсном характере экономической деятельности и моделируются в динамике концентрации не только полезных веществ в окружающей среде, но и созданных благ в социальной сфере. С течением времени в этом единстве происходит постоянное и растущее перемещение ресурсных материалов в непрерывно увеличивающийся и совершенствующийся общественный продукт. Однако если развитие общества происходит преимущественно на основе роста ресурсопотребления (изъятие природных ресурсов в течение XX столетия увеличилось в 10 раз, а к 2030 г. оно возрастет еще вдвое), такой тип существования следует считать *неэкологическим*. Он не гарантирует длительного поступательного развития, но ведет к системной катастрофе.

Устойчивое состояние общества может быть достигнуто при переходе от неэкологического развития к *экологическому*, связанному с разумным, эффективным и ответственным управлением ресурсами. Здесь предполагается глубокая *экологизация* производственной и социальной сферы, в том числе экологизация мышления и поведения людей. Следовательно, современное социально-экономическое пространство детерминировано *экологическим кодексом*, отражающим характер и динамику общественного развития.

*Экологическим кодексом* общества, на наш взгляд, является набор концептуальных знаний как естественнонаучного и технического, так и гуманитарного характера, с помощью которых фиксируется представление о законах и механизмах взаимодействия человеческого общества с окружающей средой. Практическим воплощением указан-

ного кодекса следует считать *экологические интересы* общества как выраженные предпочтения в отношении целей и средств устойчивого и равновесного развития.

Экологические интересы, в конечном счете, имеют направленность на сохранение и преумножение *естественных богатств*, обеспечивающих существование человека. При этом естественными богатствами выступают не только ресурсы природы, но также способности общества обеспечивать жизненными средствами поколения людей. Натуральные объекты и свойства пространства становятся естественным богатством по мере их искусственного превращения в полезные силы природы, то есть в её ресурсы. Другими словами, все богатство, созданное природой за миллиарды лет, реализуется только в итоге кропотливого труда человека. Превращение природы в богатство достигается огромными интеллектуальными и волевыми усилиями человека, поэтому знание природных характеристик пространства должно быть понято и усвоено всеми мыслящими людьми. «Мы должны, прежде всего, — писал *В. И. Вернадский*, — обладать знанием наших богатств, понимать их ценность, знать, как их надо и как их можно перевести в формы, доступные для человеческой жизни» [3, 11, 19].

В основе этих способностей превращать ресурсы природы на пользу человека лежат *гуманитарные (живые) силы* народа, которые определяются творческими стремлениями, умственными и моральными качествами, накопленным опытом и талантливостью. Народ, находящийся в этих областях очень высоко, может достигнуть весьма многого даже в том случае, если природные богатства его страны ничтожны.

#### **1.3.4. Естественные производительные силы общества**

Природные богатства, соединяясь с мыслительным, волевым и нравственным характером людей, образуют *естественные производительные силы* общества. Они, в свою очередь, выступают главным рычагом государственной политики по овладению силами природы для обустройства жизненного пространства.

Итак, естественные богатства, превращаемые в национальное достояние, обладают очень емким содержанием и заключают в себе определенный положительный смысл, отвечающий целям и стремлениям человека. Богатство воспринимается как в материальной форме, так и в гуманитарном выражении. Двойственная сущность богатства подчеркивает множественный характер человеческих потребностей. Они носят не одну естественную обусловленность, но



также определяются общественной нравственностью, культурными традициями, субъективными предпочтениями и пр. Поэтому богатство страны обязано соотноситься с показателями геосферно- и гуманитарно-допустимого развития. Бездумная потребительская ориентация на непредсказуемые физические и чувственные наслаждения без меры перемальвает человеческие и природные ресурсы и ведет к необратимым последствиям в среде обитания человека.

Иначе говоря, недостаточно обладать мощным социально-экономическим потенциалом и материальным изобилием. Необходимо иметь собственную концепцию использования всех возможностей во благо общества, ибо при сохранении гуманитарного негатива скорая деградация естественных богатств неизбежна. Накопление ценностей любыми способами с проведением в жизнь законов, оправдывающих эти способы, является противоестественным. «В искусстве наживать состояние, — учил ещё *Аристотель*, — никогда не бывает предела в достижении цели, а целью здесь оказывается беспредельное богатство и обладание деньгами. Все занимающиеся денежными оборотами стремятся увеличить количество денег до бесконечности» [1, с. 30–31]. Как показала вся дальнейшая человеческая история, в мире не существует преступлений, на которые не отважится алчущий в целях получения высокой прибыли.

Следовательно, главным содержанием общественного богатства необходимо считать гуманитарные основания человека, выражающиеся в его смысложизненных установках и деяниях. Они формируют *экологическую стратегию* общества, нацеленную на развитие экологически ориентированной экономики, сохранение и развитие позитивной созидательной силы народа [14]. В случае принижения этих идеалов неизбежное самодовлеющее значение приобретает бесконтрольная тоталитарная власть.

Другими словами, нужно правильно понимать сущность термина «богатство» и сознавать его корневой смысл. Богат тот, кто ценит данную ему природную среду, генетические способности её освоения и культуру предыдущих поколений (невещественные богатства). Современный человек обрел возможности умножать техногенные ландшафты, однако он остается бессильным повторно получить данное природой. Возможно, наступит момент, когда человечество осмыслит, что истинным богатством, которым располагают люди, является природное естество. Напротив, безмерное поглощение природы при неадекватной нравственности губительно для человечества, ибо любая гуманитарная система

имеет «априорную» экологическую границу, выход за которую грозит всеобщей катастрофой [20, с. 20, 24].

Россия остается в ряду лидеров по многим экологическим показателям. Глобальные рейтинги подтверждают ее стремление поддерживать экосферное равновесие и собственный экологический потенциал, который в случае баланса экономических интересов и охраны окружающей среды может стать движущей силой реализации ряда хозяйственных и социальных проектов. Тем временем мировые сравнения показывают, что по эффективности экологического развития Россия существенно отстает от ведущих стран. В настоящее время жители России используют экологические ресурсы только 60% национальной территории. Но если бы каждый житель планеты вел образ жизни среднестатистического россиянина, человечеству потребовалось бы 2,5 планеты для удовлетворения ресурсного аппетита [16, с. 40–41].

#### 1.4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Понимание географического пространства как гуманитарного явления стимулирует единение интеллектуальных, духовных, эмоциональных, физических и биологических процессов с их естественной средой. Идентификация и объяснение этой действительности представляется одной из главных теоретических задач современной географической науки и образования.

2. Вопросы экологизации человеческого общества актуальны для всех. Они касаются, прежде всего, экологизации сознания и поведения людей, но также целенаправленных действий основных акторов устойчивого развития — власти, экологически ответственного бизнеса, экологических некоммерческих организаций и др. [16, с. 189].

3. В условиях растущего могущества технических возможностей общества требуются равновесные и надежные гуманитарные механизмы бытия. Незаменимую роль здесь играет наука, образование, искусство, культура и т. д.

4. Сохранить естественную сферу и человека в мире в современных условиях можно лишь путем гуманитарной и политической солидарности человечества, составляющего взаимодополняемое целое с природой и самой планетой. Следовательно, высокое значение сейчас обретает *экологическая философия*, отражающая положительные

знания о развитии природы, человеческого общества и мышления, с целью создания принципиально новой человеческой культуры и распределительных механизмов общественного развития.

## 1.5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Аристотель*. Политика. М.: Эксмо, 2018. 160 с.
- [2] Большой толковый социологический словарь (Collins), 1999. Т. 2. (П–Я). М.: Издательство Вече; АСТ, 1999. 528 с.
- [3] *Вернадский В. И.* Вопрос о естественных производительных силах в России/ URL: [http://sinsam.kirsoft.com.ru/KSNews\\_38.htm](http://sinsam.kirsoft.com.ru/KSNews_38.htm) (дата обращения: 24.10.2019)
- [4] *Владимиров Ю. С.* Природа пространства и времени: Антология идей. М.: ЛЕНАНД, 2019. 400 с.
- [5] *Гегель Г.* Феноменология духа. Философия истории. М.: Изд-во Эксмо, 2007. 880 с.
- [6] *Гладкий И. Ю.* Географические основы этнической экологии. СПб.: Изд-во ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2005. 307 с.
- [7] *Гладкий Ю. Н.* Гуманитарная география: научная экспликация. СПб.: Изд-во Филологический факультет СПбГУ, 2010. 663 с.
- [8] *Дугин А. Г.* Геополитика: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во Академический Проект, 2011. 583 с.
- [9] *Дюринг Е.* Ценность жизни. М.: Изд-во КРАСАНД, 2010. 320 с.
- [10] *Кант И.* Критика чистого разума. М.: Изд-во Эксмо, 2007. 736 с.
- [11] Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). URL: <http://www.encspb.ru/article.php> (дата обращения: 24.10.2019)
- [12] *Лисин А. В., Платоненко В. И.* Топологические свойства и отношения живых систем: эффект нелокальности в живых системах // Вестник Международной Академии Наук (Русская секция). 2009. № 1. С. 21–27.
- [13] *Митрополит Иоанн (Снычев)*. Русская симфония. СПб.: Изд-во «Царское Дело», 2007. 494 с.
- [14] Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года (утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 г.). URL: <http://base.garant.ru/70169264/> (дата обращения: 24.10.2019)
- [15] *Реймерс Н. Ф.* Природопользование. М.: Мысль, 1990. 637 с.
- [16] Россия в мировом экологическом пространстве. Ежегодник Русского географического общества. М.: Эксмо, 2018. 320 с.

- [17] *Сартр Ж.-П.* Экзистенциализм — это гуманизм / Сумерки богов. М.: «Политиздат», 1989. С. 319–344.
- [18] *Сорокин П. А.* Социальная и культурная динамика. М.: Изд-во Астрель, 2006. 1176 с.
- [19] *Субетто А. И.* Русская наука: от прошлого — к ноосферной ответственности за будущее России и человечества. СПб.: Астерион, 2018. 200 с.
- [20] *Субетто А. И.* Экологический финал глобального империализма и императив ноосферного прорыва человечества. СПб.: Астерион, 2017. 32 с.
- [21] *Сухоруков В. Д.* Теория геопространственных систем. Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2000. 191 с.
- [22] *Хайдеггер М.* Бытие и время. М.: Изд-во Академический Проект, 2011. 460 с.
- [23] *Хайдеггер М.* Письмо о гуманизме [сайт]. URL: <http://vk.com/> (дата обращения: 24.10.2019).
- [24] *Шелер М.* Избранные произведения. М.: Изд-во «Гнозис», 1994. 490 с.
- [25] *Clark J. P.* What Is Living In Deep Ecology? *Journal of Ecosophy* 30.2. 2014. P. 157–183.
- [26] *Drengson A., Devall B. and Schroll M.* The Deep Ecology Movement: Origins, Development, And Future Prospects. *International Journal of Transpersonal Studies* 30.1/2. 2011. P. 101–117.
- [27] *Grunbaum A.* *Philosophical Problems of Space and Time.* New York: Knopf. 1963. 448 p.
- [28] *Kopnina H.* If A Tree Falls And Everybody Hears The Sound: Teaching Deep Ecology To Business Students. *Journal of Education for Sustainable Development* 9.1. 2015. P. 101–116.
- [29] *Misiaszek A., William G.* Ecopedagogy and Citizenship in the Age of Globalisation: connections between environmental and global citizenship education to save the planet. *European Journal of Education.* 2015. 50 (3): 280–292.
- [30] *Sessions G.* Deep Ecology, New Conservation, And The Anthropocene Worldview. *Journal of Ecosophy* 30.2. 2014. P. 106–114.
- [31] *Smith M.* Deep Ecology: What Is Said And (To Be) Done? *Journal of Ecosophy* 30.2, 2014. P. 141–156.

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ВОЗДУХА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ  
И ИХ СВЯЗЬ С МЕХАНИЗМАМИ  
КРУПНОМАСШТАБНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ  
АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ**

В. А. Обязов

**2.1. ВВЕДЕНИЕ**

К числу наиболее заметных современных изменений климата относится его потепление. В последние четыре десятилетия рост приземной температуры воздуха происходит наиболее интенсивно [5]. Кроме того, потепление характеризуется пространственно-временной неоднородностью [1, 13]. В связи с этим представляет интерес более детальное изучение региональных особенностей изменений температуры воздуха и определение их возможных причин. Поскольку наиболее вероятной причиной этой неоднородности является крупномасштабная циркуляция атмосферы, необходимо в первую очередь оценить ее связь с термическим режимом приземной атмосферы. В качестве характеристик атмосферной циркуляции удобно использовать телеконнекционные индексы, имеющие длительные временные ряды их величин.

Роль атмосферной циркуляции в многолетних изменениях климата рассматривалась во многих работах. В частности, в [4, 9, 12] оценено влияние циркуляционных механизмов, описываемых различными телеконнекционными индексами, на изменения приземной температуры воздуха в северном полушарии. В настоящей работе использованы индексы арктического (АО) и северо-атлантического (NAO) колебаний, западно-тихоокеанский (WP), скандинавский (SCAND) и полярно-евразийский (POL) индексы.

Северо-Атлантическое колебание (North Atlantic Oscillation — NAO) является характеристикой крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана, которая влияет на характер синоптических процессов и формирование погоды над внеэкваториальными широтами

северного полушария. Это явление описывается количественными характеристиками взаимодействия Исландского минимума и Азорского максимума [10, 11].

Арктическое колебание (Arctic Oscillation — АО) представляет собой структуру крупномасштабной атмосферной циркуляции, при которой атмосферное давление над полярным регионом изменяется в противофазе с давлением над средними широтами (около  $45^\circ$  с.ш.). Арктическое колебание находится в отрицательной фазе, когда атмосферное давление в полярной области относительно высокое, а в средних широтах, наоборот, низкое [11].

Западно-тихоокеанский индекс (West Pacific Pattern — WP) представляет собой дипольные аномалии атмосферного давления в направлении с севера на юг. Один центр расположен над полуостровом Камчатка. Другой центр, имеющий противоположный знак, располагается полосой с запада на восток на  $20\text{--}30^\circ$  с.ш. от  $160^\circ$  в.д. до  $130^\circ$  з.д. [14].

Скандинавский индекс (Scandinavia Pattern — SCAND). В систему SCAND входит аномалия атмосферного давления над Скандинавией с границами  $60\text{--}70^\circ$  с.ш. и  $25\text{--}50^\circ$  в.д. Аномалия противоположного знака, расположенная на северо-западе Монголии ( $30\text{--}45^\circ$  с.ш.,  $80\text{--}100^\circ$  в.ш.), составляет второй район системы. Третий район захватывает части Испании, Средиземноморья и Атлантики, расположенные в границах  $35\text{--}50^\circ$  с.ш.,  $20^\circ$  з.д. —  $10^\circ$  в.д. [14].

Полярно-евразийский индекс (Polar/Eurasia — POL). Положительная фаза полярно-евразийского индекса состоит из отрицательных аномалий атмосферного давления над полярной областью и его положительных аномалий над Северным Китаем и Монголией <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/poleur.shtml>.

*Цель исследования* — выявление особенностей региональных изменений приземной температуры воздуха и оценка их связи с механизмами крупномасштабной циркуляции атмосферы, описываемыми телеконнекционными индексами.

*Объект исследования* — Северо-Западный регион Российской Федерации.

*Материалы.* В работе использованы средние месячные значения температуры воздуха, полученные с сайта ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru/data/156-temperature>), средняя годовая температура воздуха северного полушария, представленная Университетом Восточной Англии (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>), а также информация о средних месячных значениях телеконнекционных индексов

Национального управления океанических и атмосферных исследований США (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>).

*Методы исследования.* Параметры линейных трендов вычислялись методом наименьших квадратов. Теснота связи температуры воздуха с телеконнекционными индексами определялась с использованием корреляционного анализа, а также метода вейвлет-когерентности [15]. Достоверность трендов и коэффициентов корреляции оценивалась с помощью критерия Стьюдента. Для анализа пространственных изменений исследуемых величин, а также их визуализации применялся программный пакет «ArcGIS». Выявление циклических составляющих в многолетних рядах температуры воздуха и их согласованность осуществлялось с помощью вейвлет-анализа.

## 2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что рост температуры воздуха продолжается уже несколько столетий после так называемого «малого ледникового периода», отмечавшегося в конце XVII — начале XVIII в. На этом фоне происходят колебания температуры с периодом около 60–70 лет. На рис. 1 представлен график многолетних изменений средних годовых температур северного полушария и их вейвлет преобразование. На графике отчетливо видна тенденция повышения температуры за весь период наличия инструментальных данных. Наиболее интенсивное потепление происходило с середины 1970-х гг. до начала XXI в. Кроме того, в отдельные периоды, например с 1940-х до 1970-х гг., отмечалось даже некоторое похолодание. Вейвлет анализ показал, что как усиления потепления, так и периодические его ослабления или даже похолодания являются следствием проявления 60–70-летних ритмов [8]. На рис. 1б синим цветом отмечены относительно холодные, а красным — относительно теплые периоды. По оценке межправительственной группы экспертов по изменению климата, глобальное потепление будет продолжаться и его величина по большинству рассмотренных сценариев превысит 1,5°C к концу XXI в. по сравнению с 1850–1900 гг. [5].

На территории северо-западной части России также отмечается потепление. По данным метеорологических станций Архангельск и Санкт-Петербург, имеющие наиболее длинные ряды наблюдений, температура воздуха за период с первой половины XIX до начала XXI в. повысилась на 1,0–2,7°C (рис. 2). Как в случае с глобальными изменениями, более интенсивный рост температуры происходил с середины 1970-х гг. до настоящего времени.

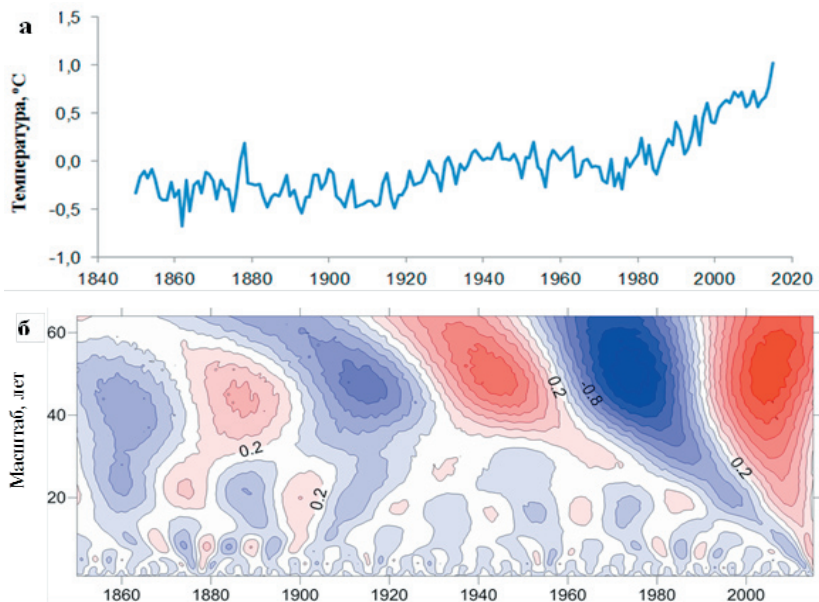


Рис. 1. Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха северного полушария (а) и их вейвлет преобразование (б)

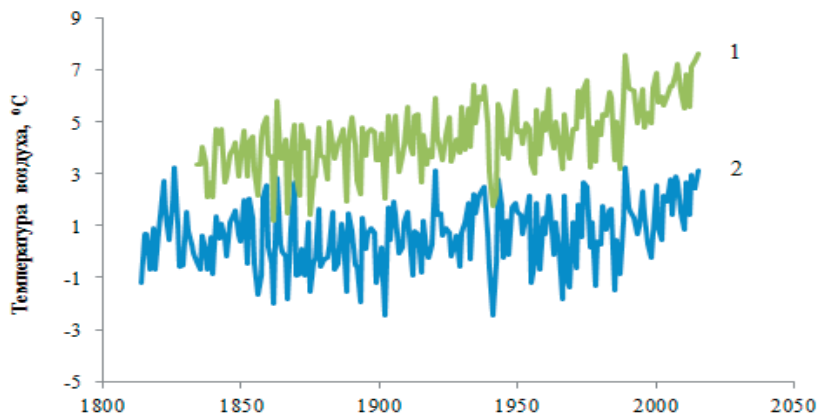


Рис. 2. Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха в Санкт-Петербурге (1) и Архангельске (2)



Поскольку наиболее интенсивное потепление приходится на период после 1976 г., выделение линейных трендов выполнялось за период 1976–2015 гг.

За исследуемый 40-летний период средняя годовая температура воздуха на Северо-Западе России повышалась со скоростью от 0,37 до 0,76°C/10 лет. Наиболее высокие темпы потепления характерны для западной части региона (рис. 3). На территориях Республики Карелия, Ленинградской и Мурманской областей они превысили 0,6°C/10 лет. Существенное увеличение средней годовой температуры в этом районе отмечалось ранее в [6]. В восточном направлении рост температуры уменьшается и достигает наименьших значений в бассейне р. Печоры.

Во все месяцы года средние по территории значения температуры возросли, однако их увеличение существенно меняется от месяца к месяцу. Наибольший рост отмечается в декабре, когда средняя по территории температура в исследуемом периоде росла со скоростью почти 1°C/10 лет. Существенные темпы потепления отмечаются также в январе. Меньше чем в другие месяцы температура воздуха повысилась в марте (табл. 1). В другие месяцы величина тренда составляла 0,40–0,50°C/10 лет и была близка к его среднему годовому значению.

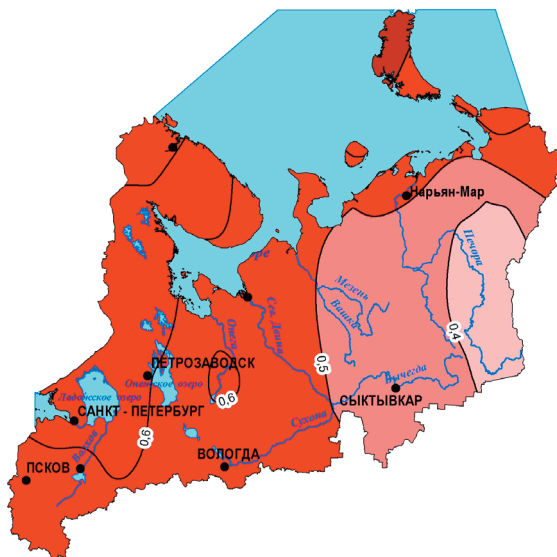


Рис. 3. Распределение величины линейных трендов изменений средней годовой температуры воздуха (°C/10 лет)

Таблица 1

Величина линейного тренда средней месячной и средней годовой температуры воздуха, °С/10 лет

	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ср.	0,74	0,53	0,25	0,69	0,51	0,40	0,48	0,50	0,58	0,58	0,54	0,97	0,56
макс.	1,33	1,11	0,80	1,36	1,00	0,94	0,94	0,73	0,82	0,91	0,82	1,29	0,76
мин.	-0,34	-0,06	-0,18	0,36	0,11	0,14	-0,05	0,06	0,16	0,20	0,10	0,39	0,34

Распределение трендов по территории в январе аналогично среднему годовому распределению — наибольшие величины характерны для западных районов (рис. 4а). Эта закономерность в той или иной степени сохраняется в феврале и марте, но при этом темпы роста температуры в эти месяцы меньше, особенно в марте. В январе–марте в некоторых пунктах восточных районов отмечены даже отрицательные тренды, однако достоверность их величин не подтверждается при 5%-ом уровне значимости.

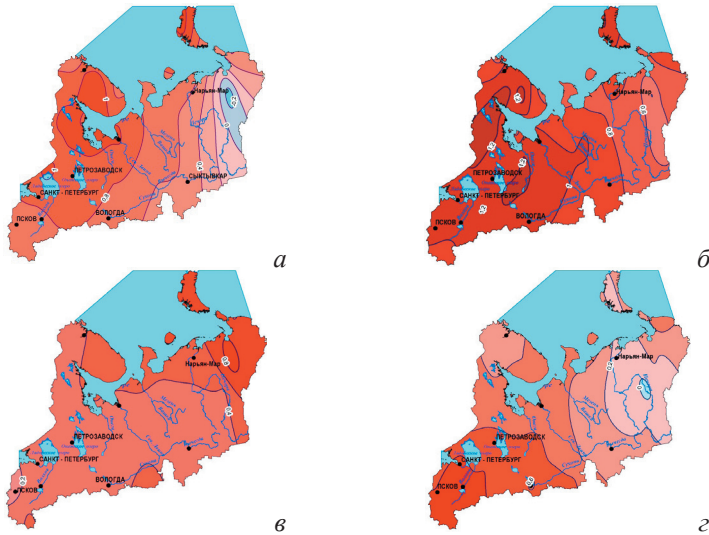


Рис. 4. Распределение величины линейных трендов изменений средней месячной температуры воздуха в январе (а), июне (б), июле (в) и декабре (г) (°С/10 лет)

В апреле — июне (рисунок 4б) область наибольшего потепления сместилась в восточные районы. На северо-востоке исследуемого региона величины трендов в апреле превысили  $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 10 лет. В июле — сентябре (рисунок 4в) пространственное распределение тенденций роста температуры вновь изменилось на аналогичное зимнему с максимумами в западных районах и минимумами в восточных. Для октября и ноября характерны противоположные закономерности распределения трендов температур. В октябре наименьшее потепление отмечается на территории Псковской и Новгородской областей, а в ноябре, наоборот, — в северо-восточных районах Республики Коми и восточных районах Ненецкого автономного округа. В декабре в западной части региона величина тренда превысила  $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 10 лет, а в восточной части она составила преимущественно менее  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , понизившись в бассейне р. Печоры до значений ниже  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет (рис. 4г).

Однако выделение линейных трендов не раскрывает всех особенностей временных рядов. Аппроксимация многолетних изменений температуры воздуха полиномиальной кривой второго порядка показала, что тенденции не всегда однозначны. В холодный период года в западных районах (рис. 5а), где тренды были больше, в первом десятилетии XXI в. рост температуры прекратился. В восточных районах рост температуры не только прекратился, но и началось четко выраженное ее снижение. Причем смена тенденции с положительной на отрицательную произошла уже в последнем десятилетии XX в. (рис. 5б). Именно с этой тенденцией связано наличие отрицательных трендов на востоке региона (рис. 4а), хотя характер изменений имеет общие черты на всей исследуемой территории.

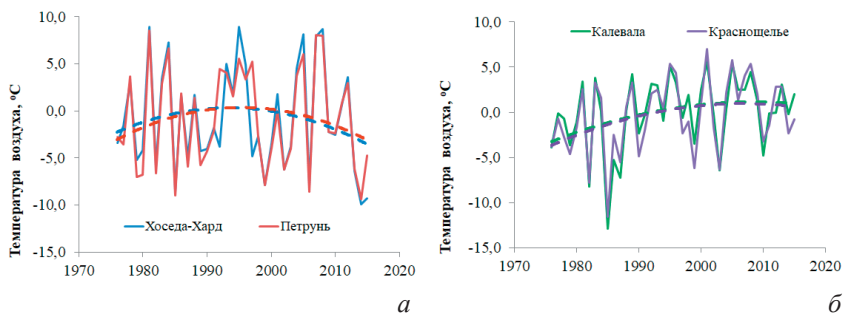


Рис. 5. Многолетние изменения аномалий температуры воздуха в январе в западных (а) и восточных (б) районах

В апреле — мае характер изменений температуры несколько поменялся. Во всех районах преобладает в 1970–1980-х гг. либо очень слабый рост, либо даже её снижение, меняющееся в последующем на повышение, более активное в восточных районах.

В июне на востоке региона тенденция увеличения температуры носила почти линейный характер, в то время как на западе во второй половине рассматриваемого периода отмечалось слабое её понижение.

В июле — сентябре потепление в западных районах происходило относительно равномерно (рис. 6а), несколько ослабевая в последние годы. В восточных же районах с 1970-х до 1990-х гг. отмечалось повышение температуры, сменившееся её понижением в последующие годы (рис. 6б).

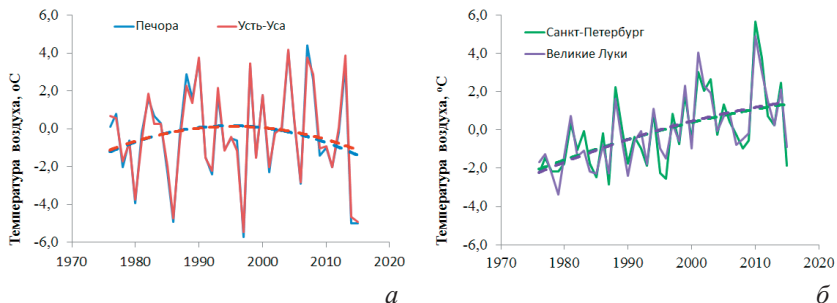


Рис. 6. Многолетние изменения аномалий температуры воздуха в июле в западных (а) и восточных (б) районах

В октябре повсеместно в первой половине рассматриваемого периода отмечался рост температуры, а во второй половине — её снижение. В ноябре и декабре наблюдалась противоположная картина — первоначальное похолодание сменилось потеплением, более выраженным в восточных районах. При этом в декабре в западных районах в 1970-х — 1980-х гг. похолодание почти не проявилось, скорее, отмечался очень слабый рост температуры.

Анализ зависимости многолетних изменений приземной температуры воздуха от изменений значений телеконнекционных индексов показал, что наиболее сильное влияние на нее в течение всего года оказывает арктическое колебание (АО) (табл. 2).

**Коэффициенты корреляции между средней месячной температурой воздуха на Северо-Западе РФ и телеконнекционными индексами**

индекс	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
АО	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	<b>0,75</b>	<b>0,40</b>	0,18	0,21	<b>0,30</b>	0,06	<b>0,36</b>	<b>0,29</b>	<b>0,33</b>	<b>0,60</b>
NAO	<b>0,63</b>	<b>0,62</b>	<b>0,79</b>	0,21	0,00	0,01	0,05	0,01	0,24	0,17	0,14	<b>0,56</b>
SCAND	-0,14	<b>-0,28</b>	0,01	-0,19	<b>-0,29</b>	0,11	0,26	0,01	0,07	<b>-0,32</b>	0,14	-0,03
WP	-0,08	-0,05	<b>-0,35</b>	-0,12	<b>-0,27</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,54</b>	0,01	-0,13	0,03	-0,16	0,08
POL	-0,05	0,07	<b>0,39</b>	0,15	0,05	0,16	0,01	0,18	0,09	-0,05	0,26	0,20

*Примечание:* жирным выделены статистически значимые коэффициенты корреляции

Только в мае–июне и августе значения коэффициента корреляции между этим индексом и средней температурой по региону статистически недостоверны при 5%-ом уровне значимости. В течение декабря–марта, т. е. в холодное время года, сильна связь температуры воздуха также с северо-атлантическим колебанием (NAO). В трех из четырех месяцев зависимость температуры от индекса NAO характеризуется большими коэффициентами корреляции, чем от индекса АО. Преимущественно в теплый период года (в марте и с мая по июль) возрастает влияние на термический режим Северо-Запада РФ западно-тихоокеанского индекса (WP). В отдельные месяцы имеют статистически достоверную величину коэффициенты корреляции, характеризующие обратную связь хода средней по территории температуры воздуха с индексом SCAND и в одном месяце — прямую связь с индексом POL.

Однако выявленная зависимость термического режима от величины телеконнекционных индексов распространяется на территории северо-запада неравномерно.

В холодный период года в большей степени подвержены влиянию индексов АО и NAO юго-западные районы (рис. 7). По мере продвижения на северо-восток их влияние ослабевает. Для связи температуры воздуха с индексом NAO на всей территории характерно наличие статистически достоверных коэффициентов корреляции при 5%-ом уровне значимости. Связь температуры и индекса АО несколько

слабее. Сравнение схем пространственных распределений коэффициентов корреляции между температурой и индексом АО и NAO в январе и трендов температуры воздуха, представленных на рисунке 4а, указывает на их схожесть. В тех частях исследуемой территории, где коэффициенты корреляции больше, там произошло большее повышение температуры. Согласованность тенденций температуры воздуха и этих циркуляционных механизмов хорошо прослеживается и на графиках их многолетних изменений (рис. 5 и 8).

Выявленная согласованность изменений температуры воздуха с арктическим колебанием в большей степени проявляется на частотах, соответствующих 10–11-летним ритмам. Рисунок 9 отчетливо демонстрирует наличие статистически достоверной когерентности в указанной полосе частот и практически полное отсутствие фазовых сдвигов.

Значительное влияние арктического и северо-атлантического колебаний на термический режим исследуемого региона объясняется тем, что в значениях индексов АО и NAO отражаются меридиональные градиенты давления. Чем больше индекс, тем больше градиенты, тем активнее происходит западный перенос воздушных масс. При активизации западного переноса температура воздуха на континенте зимой возрастает. Влияние арктического колебания на термический режим в холодный период года имеет более широкое географическое распространение. В частности, этот циркуляционный механизм во многом определяет многолетние изменения температуры воздуха в Сибири [2, 3, 7].

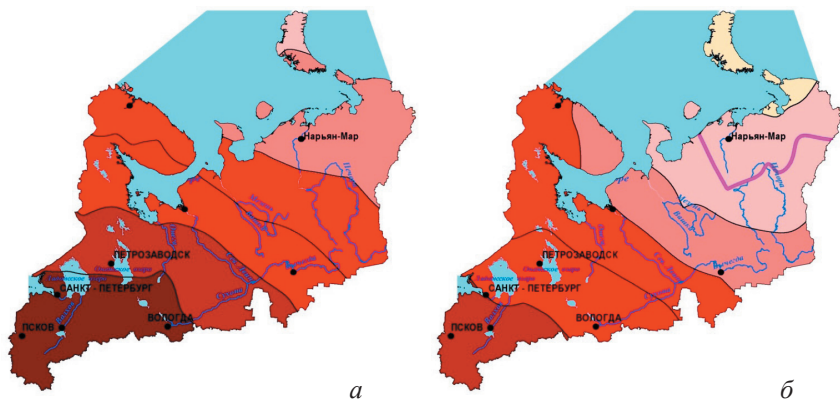


Рис. 7. Распределение коэффициентов корреляции между температурой воздуха и индексами АО (а) и NAO (б) в январе

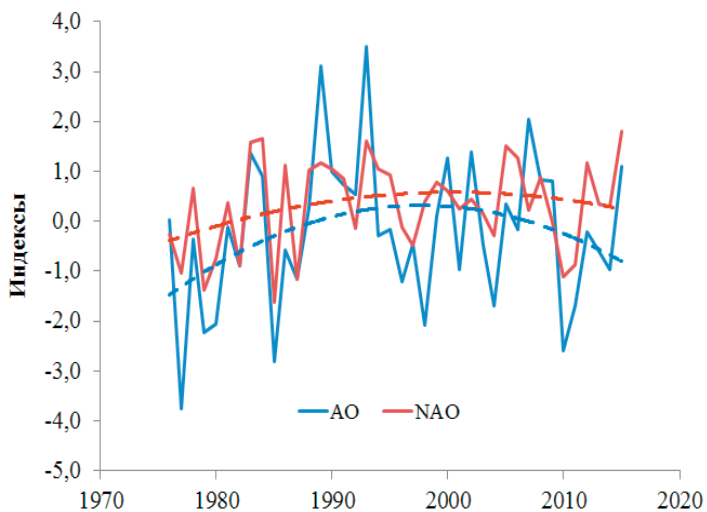


Рис. 8. Многолетние изменения индексов АО и NAO в январе

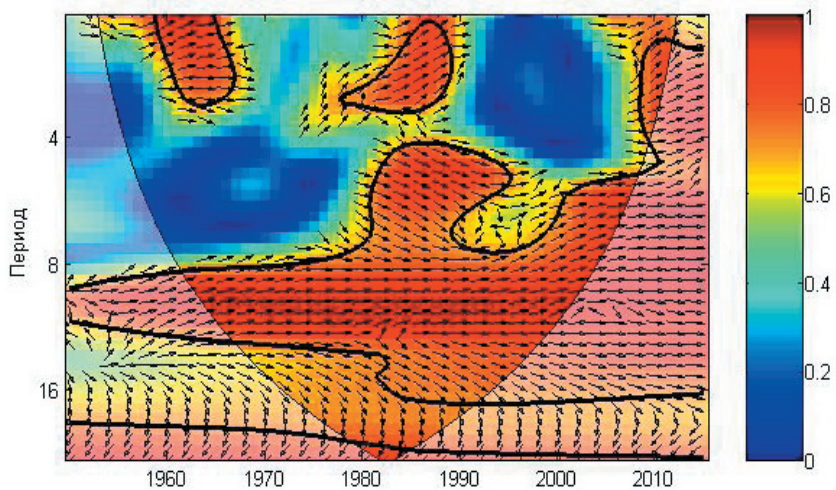


Рис. 9. Вейвлет когерентность многолетних изменений индекса АО и средней месячной температуры в январе в г. Пскове

Как показано ранее, в теплый период года возрастает роль циркуляционного механизма, описываемого западно-тихоокеанским телеконнекционным индексом, влияние которого на термический режим северо-западной части России проявляется в большей степени в июле. Связь эта отрицательная: более высоким значениям индекса соответствует более низкая температура. В западных районах исследуемого региона коэффициенты корреляции, характеризующие данную зависимость, статистически достоверны (рис. 10). В северо-восточном направлении она ослабевает, коэффициенты корреляции становятся ничтожно малыми.

Сравнение графиков хода температуры воздуха в июле (рис. 6) и индекса WP (рис. 11) показывает, что тенденция снижения величины индекса обуславливает потепление в западной части исследуемой территории. В восточной части характер термического режима никак не согласуется с его изменениями. Влияние WP на термический режим Европы в теплый период года отмечен в [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/wp\\_tmap.shtml](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/wp_tmap.shtml).

## 2.3. ВЫВОДЫ

1. На территории северо-запада России в течение последних 40 лет происходит рост температуры. В большей степени это проявилось в декабре, январе и апреле, в меньшей степени — в марте. Наибольшее ее увеличение характерно для западных районов. Однако отмеченный рост температуры имеет, как правило, нелинейный характер.

2. Изменения температуры воздуха в Северо-Западном регионе РФ в холодный период года в большей степени связаны с циркуляционными механизмами, описываемыми индексами АО и НАО, а в теплый период, в частности, в июле — индексом WP.

## 2.4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014.
- [2] Горбатенко В. П., Ипполитов И. И., Кабанов М. В. и др. Влияние атмосферной циркуляции на температурный режим Сибири // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24. № 1. С. 15–21.
- [3] Ипполитов И. И., Кабанов М. В., Логинов С. В. и др. Изменчивость температурного режима на азиатской территории России в период гло-



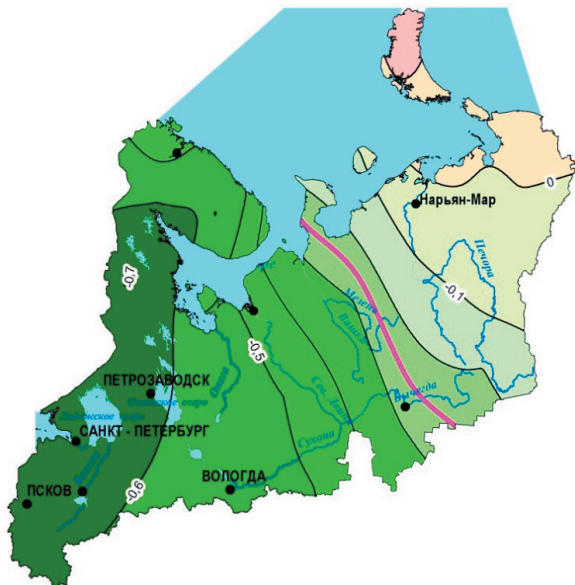


Рис. 10. Распределение коэффициентов корреляции между температурой воздуха и индексами WP в июле

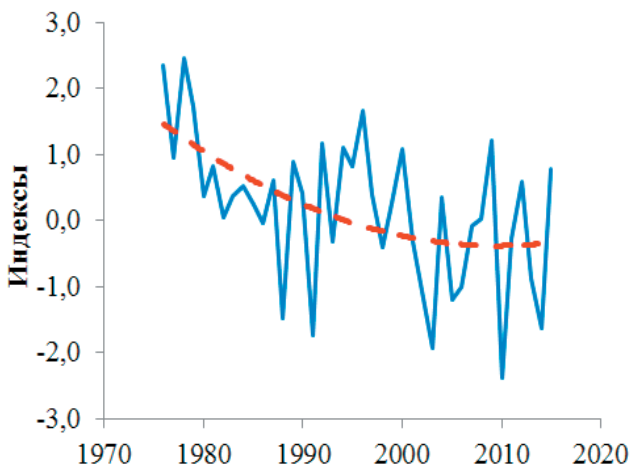


Рис. 11. Многолетние изменения индекса WP в июле

- бального потепления // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25. № 2. С. 122–131.
- [4] *Клещенко Л. К.* О связи среднесезонной температуры воздуха на территории России с колебаниями крупномасштабной циркуляции атмосферы во второй половине XX века // Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2012. Вып. 176. С. 194–213.
- [5] МГЭИК, 2014: Изменение климата 2014: Обобщающий отчет. Вклад рабочих групп I, II и III в пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Основная группа по написанию, Р. К. Пачаури и Л. А. Мейер (ред.)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, 151 с.
- [6] *Науменко М. А., Каретников С. Г.* Особенности многолетних изменений температуры воздуха в северной части Ладожского озера // Успехи современного естествознания. 2017. № 5. С. 114–122.
- [7] *Обязов В. А.* Изменения современного климата и оценка их последствий для природных и природно-антропогенных систем Забайкалья: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2014. 38 с.
- [8] *Обязов В. А.* Региональный отклик приземной температуры воздуха на глобальные изменения (на примере Забайкалья) // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461. № 4. С. 459–462.
- [9] *Панин Г. Н., Выручалкина Т. Ю., Соломонова И. В.* Анализ климатических тенденций в высоких широтах Северного полушария // Известия РАН. Серия географическая. 2008. № 6. С. 31–41.
- [10] *Переведенцев Ю. П.* Теория климата. Казань: Казанский гос. ун-т, 2009. 504 с.
- [11] *Переведенцев Ю. П., Мохов И. И., Елисеев А. В.* и др. Теория общей циркуляции атмосферы. Казань: Казан. ун-т, 2013. 224 с.
- [12] *Попова В. В.* Современные изменения температуры приземного воздуха на севере Евразии: региональные тенденции и роль атмосферной циркуляции // Известия РАН. Серия географическая. 2009. № 6. С. 59–69.
- [13] *Шерстюков Б. Г.* Сезонные особенности изменений климата за 1976–2011 годы // Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2012. Вып. 176. С. 3–12.
- [14] *Barnston A. G., Livezey R. E.* Classification, Seasonality, and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns // Monthly Weather Review. 1987. V. 115, N 6. P. 1083–1126.
- [15] *Grinsted A., Moore J. C., Jevrejeva S.* (2004) Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series, Nonlin. Processes Geophys., 11, 561–566, doi:10.5194/npg-11-561-2004.

# ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С РАЗРАБОТКОЙ СЦЕНАРИЕВ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НА ПЕРИОД ДО 2050 г.

А. В. Любимов, Е. М. Нестеров

### 3.1. МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Значение лесов Ленинградской области трудно переоценить. Широко известна ресурсная, природоохранная и регулирующая роль растительных покровов. В особой степени это относится к лесам, находящимся в непосредственной близости от крупных промышленных центров и мегаполисов. Для таких лесов возрастают не только ресурсные, но и недревесные полезности: водоохранные, водорегулирующие, почвозащитные, рекреационные, бальнеологические и др. [1, 3, 6, 7, 23, 27].

Особое социальное и эколого-экономическое значение лесов, произрастающих в промышленно развитых регионах, предъявляет повышенные требования к организации рационального хозяйства в них [2, 16, 20, 35, 26].

При ведении рационального, экологически обоснованного хозяйства необходимо опираться на современное состояние лесных экосистем, учитывать ретроспективу их состояния и перспективу развития лесов на ближайший (5–10 лет) и отдаленный (25–50 лет) периоды.

В данной работе была сделана попытка разработки сценариев возможного развития лесов Ленинградской области на основе их математико-статистического моделирования.

Моделирование динамики таксационных показателей древостоев Ленинградской области выполнялось с использованием модели EFISCEN — C (European Forest Information — Carbon), доработанной для оценки количества углерода, поглощенного и выделяемого лесными экосистемами исследуемого региона. Данная модель была использована для унификации полученных результатов с базой данных EFl,

составленной на все страны ЕС и большую часть Восточной Европы. Данное исследование было выполнено благодаря помощи, полученной от Европейского Лесного Института в 2012–2018 гг. [4, 5, 9, 16, 21, 27].

В основу модели EFISCEN-C заложена модель SUAS, разработанная Улой Саллнасом в Шведском университете сельскохозяйственных наук [Sallnas, 1989]. Первоначально она была разработана только для моделирования роста древостоев и прогнозирования развития лесного фонда регионов [3, 11, 24].

В настоящее время различные варианты данной модели используются различными пользователями для оценки лесных ресурсов на региональном, национальном и общеевропейском уровнях [Nabuurs et al., 1998; Paivinen and Nabuurs 1997, 2007; Nabuurs and Lioubimov, 1999, 2016; Любимов и др., 1999, 2017; Трубин и др., 2001].

Пригодность модели была проверена с помощью исторических материалов: исходных данных, относящихся к началу века и лесоустроительных данных, полученных методами современной лесной таксации [Schelhaas et al., 1999. Manuscript] и [12, 13, 14].

**Исходные данные:** программный комплекс EFISCEN-C является моделью для расчета динамики количества древесины в регионе, в зависимости от особенностей режимов главного и промежуточного пользования лесом с учетом проводящихся в лесном фонде региона хозяйственных мероприятий. Модель помогает выяснять насколько заданный режим главного и промежуточного пользования лесом может быть обеспечен динамикой наличного запаса. Данная модель наиболее эффективна при оценке лесов районов и областей за продолжительный период (50...100 лет).

Лесной фонд Ленинградской области был классифицирован 4 группы преобладающих пород (сосна, ель, береза, а также «осина и другие лиственные»), каждая из которых была поделена на 2 класса: нормальной (1а–3) и пониженной (4–5а классы бонитета) производительности. Всего было сформировано 48 совокупностей, так называемых «типов леса»: область в целом и пять районов [8, 10, 17].

Для каждого, условно, «типа леса» были составлены ряды распределения площадей (га), средних запасов на 1 га растущего леса ( $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$ ) и среднего прироста ( $\text{м}^3 \text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$ ) по классам (иногда — группам) возраста.

Важнейшей особенностью данной модели является возможность учета результатов антропогенной и техногенной деятельности, как положительные (защита от пожаров), так и дающие отрицательный

эффект (воздействие промышленных выбросов, рекреационная дигрессия и др.) [18, 22].

Таблица 1

**Исходные данные для оценки динамики запасов «типа леса» на длительную перспективу ЛЮ, суб-регион 3, сосна 1а–3 кл. бон.**

Возраст, лет	Площадь, тыс. га	Запас, тыс. м <sup>3</sup>	Прирост, тыс. м <sup>3</sup> год <sup>-1</sup>
1–20	23.5	1175	58.75
21–40	36.0	2520	72.25
41–60	39.5	3555	51.75
61–80	49.3	7395	192
81–100	55.2	10 488	154.65
101–120	60.8	13 376	144.4
121–140	36.0	9000	-218.8
141–160	17.6	5280	-186
161–∞	2.0	660	-231

Для получения достоверных результатов в модель необходимо ввести данные об интенсивности хозяйственной деятельности. Особенно важными являются сведения об интенсивности рубок ухода в прошлом и настоящем, объемах и способах рубок главного пользования, особенности возобновления леса. В случае вычисления углеродного баланса необходимы и дополнительные сведения: распределение биомассы, данные о климатических и погодных условиях, интенсивности отпада, опада и др. Все эти данные используются для построения моделирующих матриц.

**Построение матрицы:** в данной модели лес представлен в виде распределения площадей, отнесенных к определенному типу леса по классам возраста и запаса.

Подобная матрица составляется на каждый тип леса. На рис. 1. приведен пример матрицы, характеризующей распределение площадей некоторого типа леса по классам возраста и ступеням запаса [Raivinen et al, 1996]. Количество ступеней запаса и величина ступени определяются в зависимости от характеристики данного типа леса. Количество классов возраста определяется исходными данными. Ширина ступени запаса определяется с помощью параметра  $X_1$ , который задает верхний предел первой ступени запаса. Этот параметр

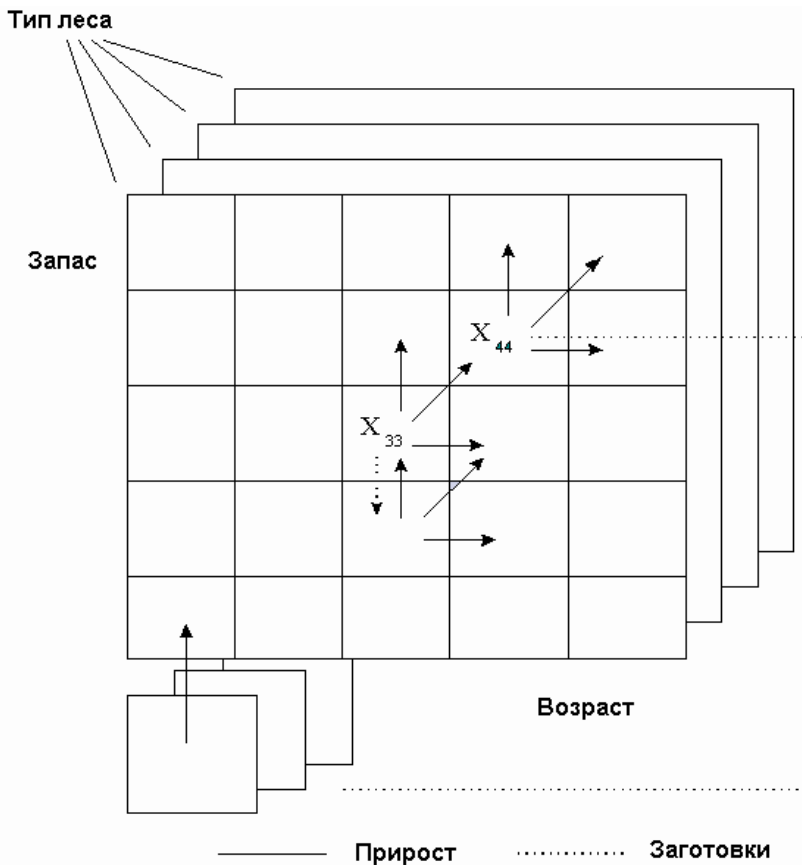


Рис. 1. Матрица площадей и запасов

задается отдельно для каждого типа леса. Таким образом, каждая клетка матрицы является независимой, но взаимосвязанной характеристикой анализируемого типа леса. Для вычисления рядов распределения используют три переменные: (а) средний запас на гектаре, (б) коэффициент вариации запаса на гектаре, и (с) корреляция между запасом на гектаре и возрастом (или классами возраста). Вычисления можно представить четырьмя следующими этапами.

1. Вычислить варьирование запаса на гектар, используя средний запас на гектар и коэффициент вариации:

$$S^2=(mv * cv)^2 \quad (1)$$

где  $cv$  — коэффициент вариации,  $mv$  — средний запас на гектаре и  $s^2$  — варьирование запаса на гектаре.

2. Вычислить условное варьирование данного среднего возраста:

$$S^2_{ma} = (1 - r^2) * S^2 \quad (2)$$

где  $S^2_{ma}$  — варьирование запасов на гектар данного среднего возраста и  $r$  — коэффициент корреляции между возрастом и запасом на гектаре.

3. Вычислить соотношение варьирования к возрасту и использовать для вычисления коэффициента варьирования в каждом классе возраста:

$$k = S^2_{ma} / ma \quad (3)$$

4. Тогда варьирование в пределах класса возраста  $i$  равняется

$$s_i^2 = k * ma_i \quad (4)$$

Величина ступеней (классов) запасов вычисляется с использованием значения наибольшего запаса на гектаре плюс утроенное наибольшее стандартное отклонение. Этот интервал затем подразделяется на совокупность ступеней запаса необходимой величины. Распределение площадей по ступеням запасов вычисляется с использованием среднего и стандартного отклонений запасов в пределах каждого класса и модифицированного нормального распределения. Для моделирования связи запасов с возрастом используются регрессионные уравнения логарифмического типа.

**Моделирование динамики роста — (прирост).** Динамика роста анализируемого типа леса оценивается по пятилетиям в процентах от запаса растущего леса. Действительный процент прироста объема для данного класса возраста вычисляется по исходным данным — приросту и среднему запасу на гектар. Функции роста в данной модели вычисляются в соответствии со следующей формулой:

$$Ivf = a_0 + \frac{a_1}{T_1} + \frac{a_2}{T_2} \quad (5)$$

где  $I$  — прирост за пятилетний период в процентах от запаса растущего леса,  $T$  — возраст древостоя (лет) и  $a_0, a_1, a_2$  — коэффициенты.

Функции роста определяются по исходным данным: возрасту и проценту прироста по объему. Это означает, что каждая функция обязательно относится к изменениям конкретной серии запасов с возрастом; серии средних запасов. Пример функции роста, выраженный кривой, проиллюстрирован на рис. 2.

Средний запас в клетке «запас — возраст» вычисляется из средних по возрастным сериям. Соответственно, процент прироста по объему

также вычисляется и корректируется в соответствии со следующими формулами:

$$I_{va} = I_{vf} * \left(\frac{V_m}{V_a}\right) \beta, \text{ если } V_a \leq V_m \quad (6)$$

$$I_{va} = \frac{I_{vf} * V_m}{V_a}, \text{ если } V_a > V_m \quad (7)$$

где  $I_v$  является процентом прироста имеющегося запаса по пятилетиям,  $I_{vf}$  — процент прироста запаса, вычисленного по формулам функций роста,  $V_a$  — действительный запас ( $m^3$  на 1 га) и  $V_m$  — запас растущего леса на 1 га ( $m^3$  на га) из серий средних запасов. Соотношение между относительным запасом растущего леса и относительным приростом по запасу воспроизводится с помощью параметра  $\beta$ .

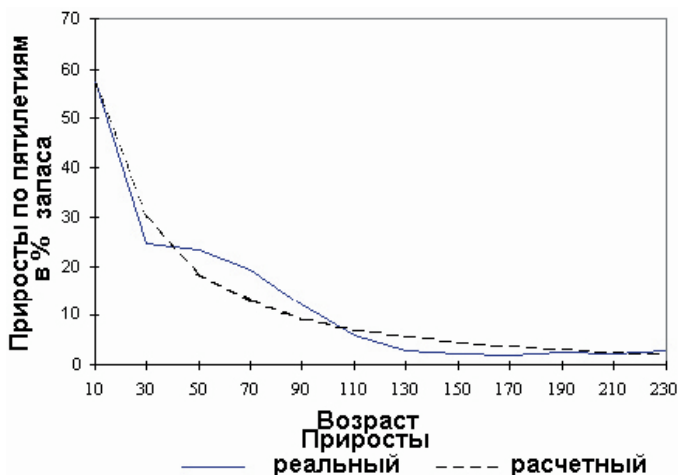


Рис. 2. Функция роста моделируется как пятилетние приросты в процентах от запаса растущего леса (сосна II группы производительности)

Данный параметр варьирует в пределах от 0.25 до 0.45, в зависимости от преобладающих пород, производительности и типа использованных данных. Если действительный запас растущего леса больше среднего по сериям запасов, то величина абсолютного прироста не может превышать приведенный в таблицах, т. е. древостой полагается абсолютно сомкнутым, нормальным и его запас не превышает полный (нетто) прирост ( $m^3$  на 1 га в год).



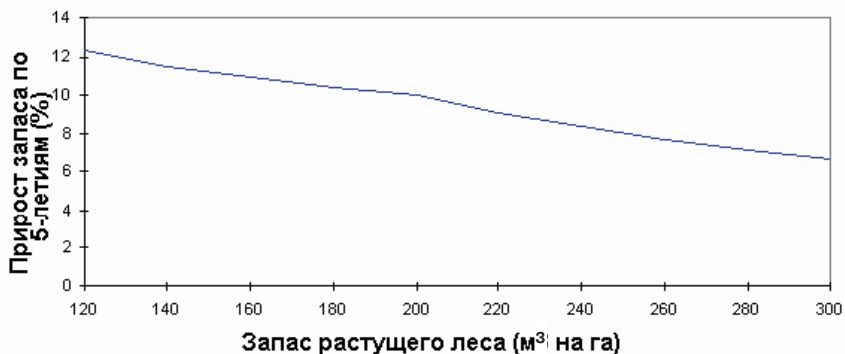


Рис. 3. Коррекция процента прироста в соответствии с запасом растущего леса в клетке матрицы. Абсолютный прирост не увеличивается после того, как достигает 200 м³/га (запас из серий средних запасов)

В матрицах рост выражен перемещением вероятностей из клетки в клетку. На рисунке 4 показано, как явления роста учтены в матрице.

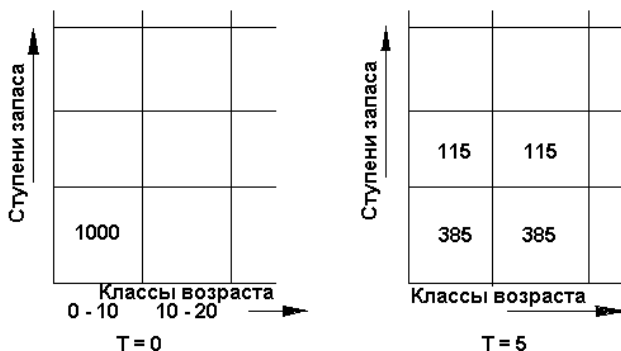


Рис. 4. Пример реализации функции роста через клетки матрицы

Предположим, что при  $T = 0$ ;  $S = 1000$  га имеется в 1 классе возраста и 1 первой ступени запаса. Продолжительность класса возраста — 10 лет. Таким образом, за период первого шага моделирования, равного пяти годам, 50% (или 500 га) площади передвинется в следующий класс (правая часть рисунка). Прирост в размере 55% получают через функцию роста (рис. 3). Верхним пределом 1 ступени запаса  $1 = 50 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ . Таким образом, средний запас в возрасте  $T=0$  равняется  $25 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ . После 5 лет средний запас должен увеличиться

на 55% или на  $38.75 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ . Средний запас второй ступени запаса равен  $85 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ , а это означает, что 115 га из каждых 500 должны передвинуться в следующую ступень.

**Учет воздействия хозяйственных мероприятий.** Хозяйственные мероприятия могут учитываться на двух уровнях моделирования. Во-первых, для каждого типа леса в виде основ ведения лесного хозяйства (отнесение к определенной хозяйственной секции уже предполагает определенную систему ведения лесного хозяйства), в частности — рубок главного и промежуточного пользования. Это теоретический режим лесного хозяйства (мероприятия, которые должны быть выполнены в обязательном порядке) и данные рекомендации могут быть найдены в наставлениях и справочниках на региональном уровне. Во-вторых, общий режим главного и промежуточного пользования должен быть уточнен в зависимости от особенностей конкретных регионов и в определенные периоды времени. Такого рода модель, основанная на теоретическом режиме, может корректироваться в зависимости от современного состояния лесов и объемов заготовки. В дальнейшем, при проектировании лесовосстановления необходимо учесть древесные породы, главные для данного региона [19].

**Рубки ухода.** Если в древостое не проводились рубки ухода, тогда особенности его роста моделируются в соответствии с правилами, изложенными в разделе «Моделирование роста древостоя». Рост древостоя в период и после проведения рубок ухода подчиняется другим закономерностям. Разность в запасах древостоев, не подвергавшихся рубкам ухода и пройденных рубками, дает объемы древесины, вырубленной при проведении уходов [20, 22].

В последующий период древостой продолжает нормальный рост. Однако вследствие того, что исходный запас древостоя после рубок ухода меньше, чем не подвергавшегося рубкам ухода, прирост запаса данного древостоя происходит медленнее, чем обычно. Кроме того, часть древостоя, в котором проводились рубки ухода, будет находиться в другой ступени запасов в течение второго периода. Это называют «восстановлением».

Как только древостой переходит в следующую ступень запаса, он перестает считаться восстанавливающимся и может опять быть объектом моделирования рубок ухода. Не восстановившиеся древостои исключаются из рубок ухода. Запасы растущего леса в периоды третий, четвертый, пятый и т. п. вычисляются в соответствии с прави-

лами, приведенными для второго периода. Это означает, что в течение каждого периода 40% площади, на которой были проведены рубки ухода, но считающиеся не восстановившимися, будут восстанавливаться. В приведенном примере показано, что все восстановившиеся площади имеют такие же запасы, что и не подвергавшиеся рубкам ухода.

Для запуска модели необходимо определить ту часть древостоя, которая приходится на восстановление. Эта фракция определяется как часть площади, пройденная рубками ухода, на которой запас древостоя восстановился до уровня, не затронутого рубками ухода за пятилетнюю ступень моделирования. В соответствии с таблицами хода роста [Koivisto 1959], 0.4 является наиболее подходящим коэффициентом для сосняков — черничников (запасы древостоев с и без рубок ухода примерно одинаковы).

Для использования модели необходимо определить классы возраста, когда в древостоях следует проводить рубки ухода (рис. 5). Далее, необходимо определить ту часть древостоев, которая уже до начала моделирования подвергалась рубкам ухода и имеет пониженный запас. Если «история» рубок ухода известна, то площадь, пройденная рубками на начало моделирования ( $A_{thi}$ ) — год ( $A$ ) определяется в соответствии с формулой:

$$A = 5 * A_{thi} + 5 * A_{thi} * (1 - R_{ethi}) + 5 * A_{thi} * (1 - R_{ethi})^2 + \dots, \quad (8)$$

где:  $R_{ethi}$  параметр восстановления.

Рисунок 5 показывает динамику запасов в древостоях с рубками ухода и без хозяйственных мероприятий, а также кривую динамики общего запаса (общий запас = наличный запас древостоя + объем выбираемой в процессе рубок ухода древесины).

**Рубки главного пользования.** Рубки главного пользования моделируются динамикой вероятностей рубок в зависимости от возраста древостоя (рис. 6). Данные вероятности выражены пропорционально площади клетки, которая может быть срублена. Срубленная часть выводится из матрицы и включается в класс не покрытых лесом земель (рис. 1). Режим рубок главного пользования можно получить из инструкций, таблиц хода роста и других источников, таких как статистические отчеты.

**Лесовозобновление** — моделируется перемещением площадей из непокрытых лесом земель в первый класс возраста и запаса. Величина площади, которая должна переводиться в данный момент, опре-

деляется специальным показателем — коэффициентом «молодняков», выбираемым в зависимости от интенсивности хозяйственной деятельности. Данный параметр (в процентах) назначается по пятилетиям в соответствии с шагом проектирования. При возобновлении леса может быть изменена главная порода, как в целом, так и по отдельным участкам (лесничествам и лесопаркам).

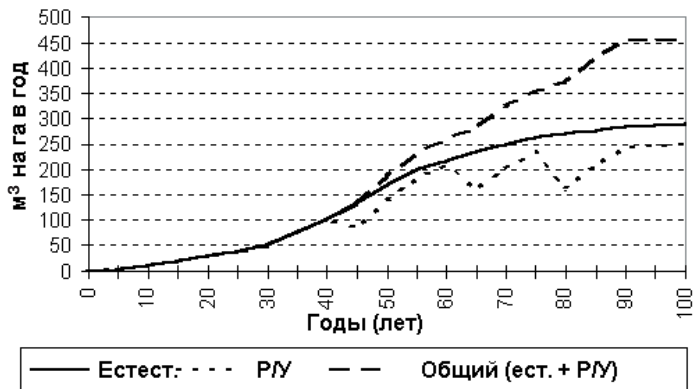


Рис. 5. Пример влияния рубок ухода на динамику запаса древостоя [Nabuurs, Paivinen, Lioubimov et al., 2008]

Вероятность того, что рубка главного пользования может иметь место увеличивается с увеличением возраста древостоя.

В данном случае (рис. 6) пример соответствует рубкам главного пользования в ельниках Ленинградской области. В зависимости от обстоятельств могут быть использованы различные режимы.

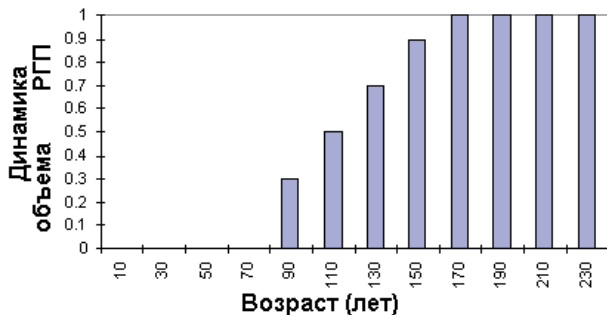


Рис. 6. Пример теоретического режима рубок главного пользования

### 3.2. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПЕРИОД ДО 2050 ГОДА

При прогнозировании динамики лесного фонда выделенных регионов и Ленинградской области в целом на длительную перспективу были просчитаны стандартные для такого рода моделирования ситуации, которые могли бы иметь место в следующих случаях:

- развития лесов в соответствии с нормальными и местными модальными таблицами хода роста («табличный» или «нормативный»);
- продолжения существующей практики ведения хозяйства и лесопользования;
- максимального использования лесных ресурсов при устойчивом развитии лесов региона;
- восстановления прежнего уровня пользования лесом с последующим систематическим нарастанием — «расширенное лесопользование»;
- экологически безопасное «расширенное лесопользование»: восстановления прежнего уровня пользования лесом при обеспечении реализации природоохранных программ (например, исключение части лесного фонда из расчета пользования для организации ООПТ, сохранение перестойных насаждений, увеличение доли промежуточного пользования, сокращение сплошных рубок и т. п.).

Результаты анализа динамики лесного фонда Ленинградской области и пяти выделенных районов за 50-летний период (1961–2013 гг.), произведенный по материалам, предоставленным Северо-Западным лесоустроительным предприятием, свидетельствуют о систематическом увеличении запасов растущего леса и доли хвойных (прежде всего — еловых) насаждений и повышении их возраста — это особенно заметно на примере динамики эксплуатационного фонда (рис. 7).

Диаграмма распределения насаждений по классам возраста (рис. 8) показывает, что возраст более пятидесяти девяти процентов древостоев превышает 70-летний рубеж. Сложившееся положение является следствием проводившейся в сороковые-пятидесятые года прошлого века хозяйственной деятельности. Большие объемы заготовок, ограниченные только мощностью лесозаготовительных предприятий, привели к образованию обширных пространств, восстановившихся

естественным путем и, главным образом, лиственными породами — березняками и осинниками. К настоящему времени в данных насаждениях происходит «восстановление», т. е. существенное увеличение доли хвойных за счет выпадающих из состава лиственных. Естественные процессы в развитии лесных экосистем в очень незначительной степени корректировались человеком, поэтому структурно разнообразные насаждения широко представлены в лесном фонде государственных лесхозов восточной части области.

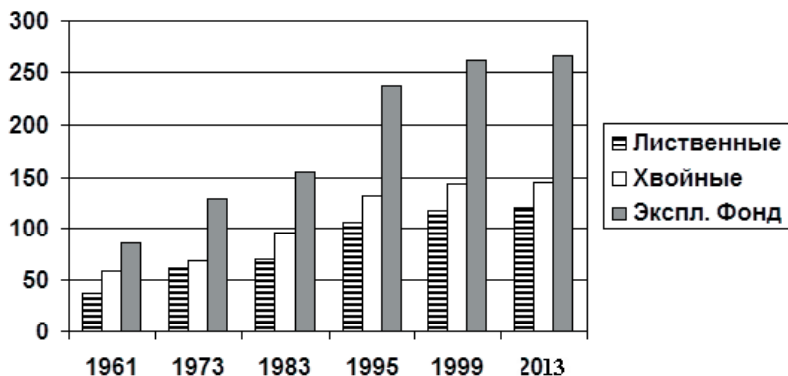


Рис. 7. Динамика эксплуатационного фонда Ленинградской обл. (млн м³)

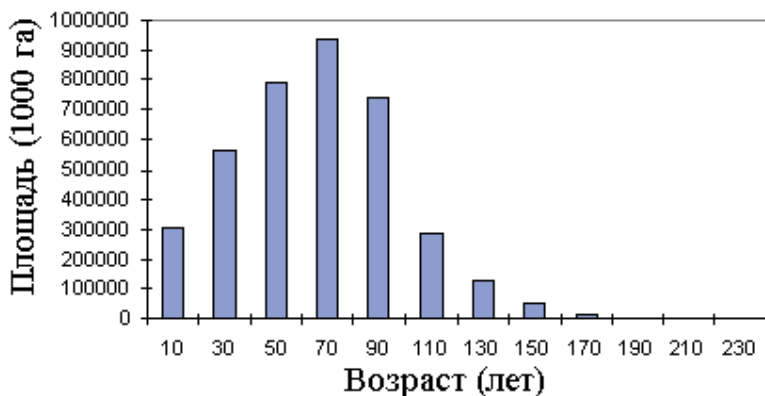


Рис. 8. Диаграмма распределения насаждений по классам возраста

В связи с относительно невысокой интенсивностью лесохозяйственного воздействия в прошлом, многие приспевающие, спелые и перестойные насаждения (особенно из категории деконцентрированного лесосечного фонда) могут быть отнесены к естественным или условно естественным (по классификации EFI, 1996–2018).

Единый методический подход к моделированию динамики лесов России и западноевропейских стран (EU-EFISCEN-C, 1987–2017) требует использования следующих видов прироста: среднего годовичного (MAI), общего годовичного (TAI), полного годовичного: гросс — прироста (GAI) и прироста — нетто (NAI).

**Средний годовичный прирост (MAI)** определяет увеличение запаса на 1 га в год ( $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$ ):

$$\text{MAI} = (\text{GS}_{i+n} - \text{GS}_i)/n \quad (9)$$

где: GS — запас на единице площади,  $i$  — год начала периода,  $n$  — продолжительность периода.

Если продолжительность периода соответствует возрасту древостоя, формула приобретает следующий вид:

$$\text{MAI} = \sum_{i=1}^n (\text{GS}_{st}/T)/A \quad (10)$$

где:  $\text{GS}_{st}$  — общий запас древостоя (запас на 1 га, умноженный на площадь),  $n$  — количество древостоев в лесном массиве,  $T$  — возраст древостоя,  $A$  — общая площадь, га.

**Общий годовичный прирост (TAI)** это прирост на покрытых лесом землях лесного фонда административной единицы: лесничества, лесхоза, области, экономического региона и т. п.

$$\text{TAI} = \text{MAI} * A \quad (11)$$

где:  $A$  — площадь покрытых лесом земель административного региона, га.

Проблема заключается в том, что используемые величины средних годовичных приростов ( $2.5\text{--}3 \text{ м}^3/\text{га}^{-1}$ ), определяемых лесоустройством, не учитывают естественного отпада и объемов древесины, выбираемых в процессе промежуточного пользования, что приводит к почти двукратному занижению прироста ( $4.1 \text{ м}^3/\text{га}^{-1}$ ). Это является одной из причин существенных расхождений между результатами оценки динамики приграничных лесов России и Финляндии.

В процессе данного исследования были использованы значения приростов, как принятые к настоящему времени в России, так и скор-

ректированные по методике Европейского Института Леса и НИИЛХ Финляндии (METLA).

До конца 80-х годов фактическое использование расчетной лесосеки Ленинградской области составляло 80–90%. С начала 90-х использование расчетной лесосеки снизилось до 25–35% [Любимов, Кудряшов, Пяйвинен и др., 1998] и к 2000 г. интенсивность использования расчетной лесосеки вновь начала повышаться [МПР, 2002–2014].

К настоящему времени запас анализируемой части растущего леса Ленинградской области составляет около 619,04 млн м<sup>3</sup>, почти 265,3 млн м<sup>3</sup> из которых пригодны к эксплуатации (табл. 2). Наибольшая часть эксплуатационного фонда сконцентрирована в восточных районах Ленинградской области.

**Динамика лесного фонда в соответствии со сценарием № 1.** Результаты моделирования динамики лесного фонда в соответствии с «табличным» или «нормативным» сценарием иллюстрируются рис. 9–13. Анализ модели показывает, что для создания теоретически оптимальной структуры лесов необходимо резко увеличить объем пользования лесом в спелых и перестойных насаждениях.

Таблица 2

Площади и запасы анализируемого эксплуатационного фонда по районам (числитель: площадь, га; знаменатель: запас, тыс. м<sup>3</sup>)

Породы	Районы					Ленинградская область 1-5
	Карельский перешеек 1	Юго-запад 2	Центр 3	Восточный 4	Северо-восточный 5	
1. Хвойные	<u>95690</u>	<u>84766,2</u>	<u>49614</u>	<u>162281</u>	<u>173726</u>	<u>584000</u>
	24011,6	21527,9	11591	40856,4	42729,7	144860
2. Лиственные	<u>41802</u>	<u>94862,4</u>	<u>124574</u>	<u>92110</u>	<u>96954</u>	<u>492800</u>
	8425,4	23262,9	29787,1	25771,6	22732,9	120380
3. Всего	<u>137492</u>	<u>179628,6</u>	<u>172188</u>	<u>254391</u>	<u>270680</u>	<u>1076800</u>
	32438	44790,8	41378,2	66628	65462,6	26524000



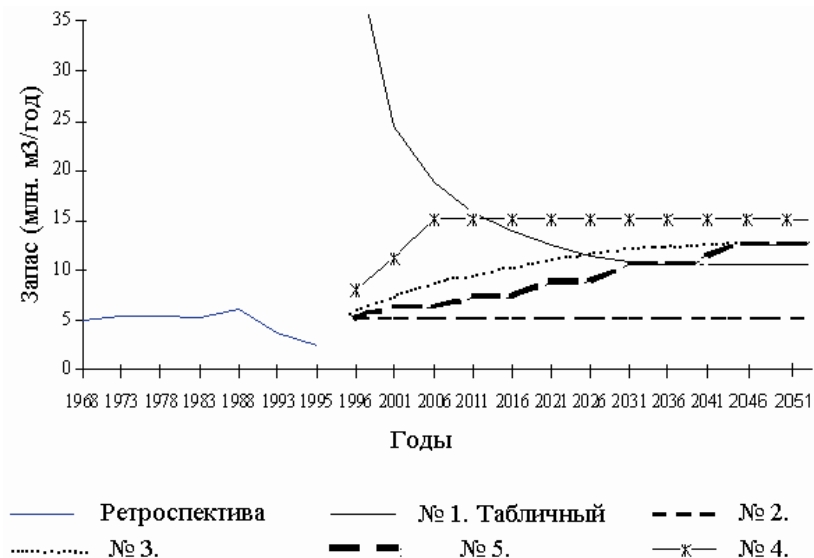


Рис. 9. Общий объем лесопользования в лесах Ленинградской области: ретроспектива и прогноз до 2050 г.

В целом, результаты данного диссертационного исследования подтверждают ранее полученные ЛТИ-ЕЛИ данные [Nabuurs, Paivinen, Lioubimov, 1998–2017], уточняя их по многим позициям. Так, для реализации первого, «нормативного», сценария, годовая расчетная лесосека по Ленинградской области в течение первого пятилетнего периода должна составлять 38 млн м<sup>3</sup>, что приведет к снижению среднего запаса на гектар со 182 м<sup>3</sup> до 140 м<sup>3</sup> на га к 2026 г. В течение следующего пятилетия величина расчетной лесосеки должна снизиться до 20 млн м<sup>3</sup>, а к 2035 г. объем пользования должен стабилизироваться на уровне 13,5 млн м<sup>3</sup>. Большие объемы заготовок приведут к появлению обширных площадей хвойно-лиственных молодняков и, сначала, — к увеличению прироста до 4.5 м<sup>3</sup>/га/год к 2026 г., а затем, — к его постепенному снижению до 4.0 м<sup>3</sup> в 2040 г. с последующей стабилизацией на уровне 3.8 м<sup>3</sup> до 2050 г. (рис. 10).

После формирования «оптимальной» структуры лесного фонда объем лесопользования составит 11.9 млн м<sup>3</sup>/год с постепенным увеличением среднего запаса до уровня 2026 г., т. е. до 180 м<sup>3</sup>/га. Площади, пройденные рубками главного и промежуточного

пользования, достигнут 230 000 га в течение первого периода и снизятся до 67 000 га/год к 2040 и до 55 000 — к 2050 г. Полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в отчетах 1998–2017 гг. [EFI-SPbFTA, 2017].

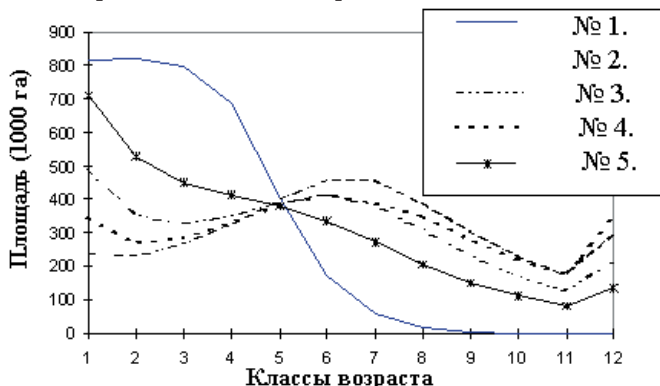


Рис. 10. Распределение насаждений по классам возраста

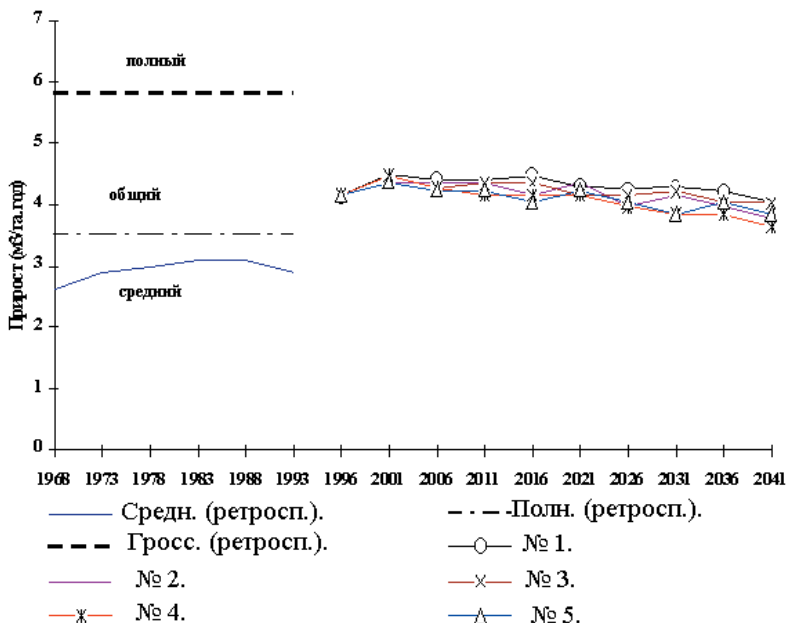


Рис. 11. Динамика прироста лесов Ленинградской области (действительный и по сценариям)

**Сценарий 2. «Продолжение ранее принятой практики лесопользования».** В основу сценария № 2 положен уровень лесопользования 1996 г., равный 5.5 млн м<sup>3</sup> (1.7 млн м<sup>3</sup> из которых приходится на рубки ухода). Результатом моделирования является значительное увеличение площадей и накопление запасов спелых и перестойных насаждений из-за систематического недоиспользования прироста и расчетной лесосеки. Прогнозируемый к 2050 г. средний запас на га возрастает со 182 до 342 м<sup>3</sup>/га (более, чем на 81% за 50 лет).

Накопление спелых и перестойных насаждений приводит к снижению среднего прироста с 4.2 м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup> в до 3.1 м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup> в 2050. Площади лесного фонда, пройденные рубками главного и промежуточного пользования, сокращаются с 39 000 до 30 000 тыс. га. В наибольшей степени это произойдет в группах спелых и перестойных насаждений.

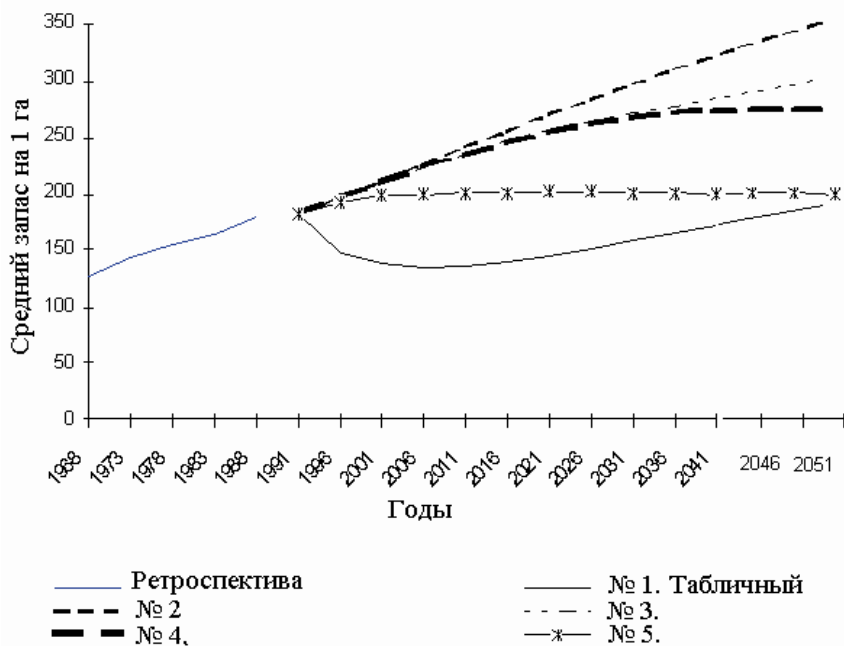


Рис. 12. Динамика средних запасов на га в лесах Ленинградской области

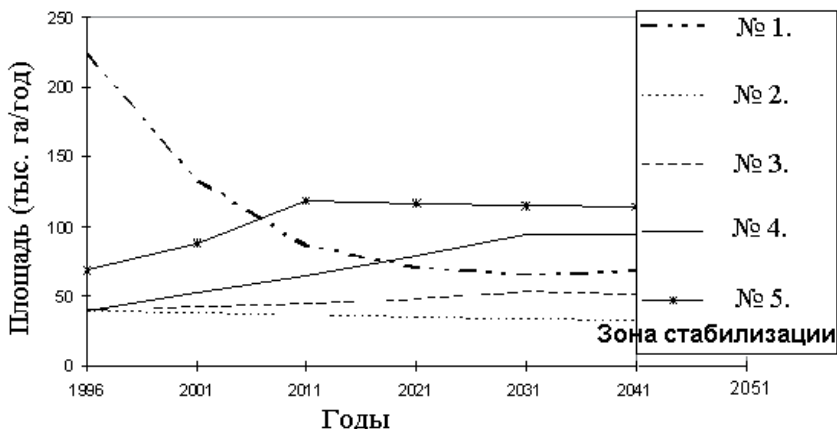


Рис. 13. Динамика площадей, пройденных рубками главного и промежуточного пользования в зависимости от сценариев ведения лесного хозяйства

**Сценарий 3. «Максимально возможный уровень лесопользования»**, обеспечивающий устойчивое состояние лесного фонда оказался равным 15.6 млн м<sup>3</sup>/год. Данный уровень лесопользования приводит к устойчивому среднему запасу, равному 225 м<sup>3</sup>/га и постепенному формированию более сбалансированного ряда распределения насаждений по классам возраста.

В соответствии с данным сценарием, величина годичного общего прироста к 2050 г. снижается до 3.4 м<sup>3</sup>/га. Площади всех видов рубок ежегодно составляют 114 000 га.

**Сценарий 4. «В соответствии с принятой в настоящее время методикой расчета лесопользования»**. Результаты расчетов (рис. 9) показывают, что одним из возможных путей лесопользования, является возврат к уровню середины 80-ых с ежегодным двухпроцентным увеличением объема лесозаготовок. В данном случае расчетная лесосека составляет 10.9 млн м<sup>3</sup>, обеспечивая постепенное увеличение среднего запаса до 295 м<sup>3</sup>/га.

Несмотря на то, что следствием реализации данного сценария является существенное накопление площадей и запасов спелых и перестойных насаждений к 2050 г., наблюдается заметное выравнивание рядов распределения насаждений по классам возраста, ступеням площадей и запасов. Показателем устойчивости развития лесного фонда

является стабильность среднего годовичного прироста — 4,2 м<sup>3</sup>/га/год и, плавное увеличение площадей, пройденных всеми видами рубок с 40 000 до 54 000 га.

**Сценарий 5. «Прогноз лесопользования с сохранением наиболее ценных спелых и перестойных насаждений».** Расчеты показывают, что при исключении особо ценных, структурно разнообразных перестойных насаждений (150 и более лет — хвойные; 100 и более лет — береза) для Ленинградской области можно вернуться к уровню лесопользования 1986–1989 гг. с последующим 2%-ым увеличением объема лесопользования в год. Такой режим лесопользования достигается путем выполнения всех намеченных лесоустройством постепенных и выборочных рубок, а также тех рубок промежуточного пользования, которые гарантируют получение деловой древесины «коммерческих рубок»: прореживаний и проходных рубок [Любимов, Кудряшов, Пяйвинен и др., 1998; Nabuurs and Lioubimov, 1999].

В соответствии с рекомендуемым сценарием средний запас насаждений к 2050 г. должен составить 282 м<sup>3</sup>/га, что достаточно близко к результатам расчетов по другим сценариям. Площадь лесного фонда, исключенная из расчета пользования, постоянно накапливается по мере достижения насаждениями предельных возрастов (150 лет — хвойные и 100 лет — береза) и к 2040 г. стабилизируется на 1.26 млн га (0.108 млн га в 1991 г.). Следует отметить, что исключенная из расчета пользования лесная площадь к 2050 г. составит около 30%, что полностью согласуется с рекомендациями IUCN [Любимов, Кудряшов, Вавилов, 1999; Dudly et al, 2018].

Реализация данного сценария приводит, во-первых: к наиболее значительному увеличению площадей и накоплению запасов перестойных насаждений — до 736 000 га, а во-вторых: к резкому снижению прироста — с 4.2 в 2021 г. до 3.4 м<sup>3</sup>/га в 2050 г. Другим важным следствием реализации данного сценария является резкое увеличение площадей, ежегодно пройденных рубками главного и промежуточного пользования (с 39 000 га до 94 000 га). Это происходит за счет сокращения доли сплошных рубок и максимального использования возможностей промежуточного пользования в экономически доступной зоне.

**Выводы.** Все пять сценариев динамики лесного фонда Ленинградской области на длительную перспективу показывают, что в регионе нет биологических ограничений на ускоренное восстановление и развитие лесного комплекса. Результаты оценки доказывают,

что максимальная расчетная лесосека, обеспечивающая устойчивое развитие лесного фонда до 2050 г., составляет 14.6 млн м<sup>3</sup> в год.

Реализация данного сценария практически невозможна, так как инфраструктура лесного комплекса не может обеспечить ни экономическую, ни географическую доступность примерно 1/3 площадей (особенно — для рубок промежуточного пользования).

Более реалистичной является расчетная лесосека, постепенно достигающая 10.3 млн м<sup>3</sup>/год к 2050 г. Однако реализация данного сценария приведет к существенному увеличению площадей и накоплению запасов спелых и перестойных насаждений. В принципе, из расчета пользования можно исключить до 30% наиболее ценных (с точки зрения биоразнообразия) перестойных насаждений с сохранением и увеличением общего объема лесопользования. Непременным условием является совершенствование инфраструктуры и технологий, обеспечивающих проведение экологически безопасных рубок главного и промежуточного пользования.

Рассчитанные объемы лесопользования, соответствующие наиболее реалистичному сценарию экологически безопасного развития лесного комплекса Ленинградской области, приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Прогнозируемые объемы лесопользования (млн м<sup>3</sup>)  
в Ленинградской области**

Регионы	Период прогнозирования, годы				
	2020	2025	2030	2040	2050
1	2.2	1.9	1.7	1.6	1.4
2	2.8	2.5	2.2	2.1	1.8
3	2.7	2.4	2.1	2.0	1.7
4	3.9	3.5	3.2	2.9	2.5
5	4.3	3.8	3.4	3.1	2.9
Всего	15.9	14.1	12.6	11.7	10.3

Успешная реализация данного сценария возможна только при выполнении целого ряда условий. В первую очередь необходимо повысить географическую и экономическую доступность лесных ресурсов путем строительства лесных дорог всесезонного действия. В особой степени это относится к 4 и 5 суб-регионам Ленинградской области, где обеспеченность дорогами составляет менее одной трети нормативной.

Однако определяющим условием успешного развития лесного комплекса Ленинградской области является выполнение рекомендаций Евросоюза об устойчивом социально-экономическом развитии регионов. В соответствии с рекомендациями данного консультативного органа, необходимо приблизить мощности по переработке к источникам сырья. Это практически означает необходимость крупных инвестиций в лесную и деревообрабатывающую промышленность таких отдаленных территорий Ленинградской области, как Вознесенье, Винницы, Подборовье и др., со строительством лесопильных, деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных комбинатов непосредственно на местах заготовки лесных ресурсов и повышением, таким образом, спроса на широкий диапазон сортов древесного сырья.

### 3.3. ЛЕСНОЙ БАЛАНС РЕГИОНА

Цель лесного баланса — определить численные соотношения между запасом, приростом, количеством заготовленной древесины и отпадом. Приведенные в российской лесной статистике данные о запасах древостоев можно считать достаточно достоверными. Общий прирост, рассчитанный на 01.01.2023 г. по методике Европейского института леса [Пяйвинен и др., 2017] можно также считать достаточно достоверным, так как он согласуется с аналогичными показателями, рассчитанными для соседних стран. Эти показатели были использованы при определении всех компонентов расходной части лесного баланса. Объемы заготовки древесины в порядке главного и промежуточного пользования были получены из лесной статистики. Величины естественного отпада и незаконных рубок были определены косвенными методами.

Лесной баланс Ленинградской области был рассчитан на 10-летний период: с 2009 по 2019 г. Для его составления был применен формат данных, опубликованных в работе Любимова, Кудряшова, Набуурса и др., [1998], а для расчета были использованы следующие компоненты и формулы:

Исходный запас древостоев на начало периода.

Конечный запас древостоев на окончание расчетного периода.

Полный прирост запаса за анализируемый период (гросс — прирост).

Общий прирост за анализируемый период без учета естественного отпада (нетто — прирост).

Естественный отпад за весь анализируемый период.

Полный прирост минус естественный отпад = общий прирост.

Общий отпад должен быть посчитан суммированием полного объема заготовок и естественного отпада. Единицей измерения является м<sup>3</sup> стволовой древесины в коре.

Запас древостоев на окончание расчетного периода вычисляется как:  
исходный запас + полный прирост — общий отпад

или

исходный запас + общий прирост — объем заготовок.

Исходные данные были получены из статистики лесозаготовок. Если статистика не учитывала объем коры, его приходилось добавлять в соответствии с долей различных пород в объеме заготовленной древесины и средним процентом коры в объеме ствола. Более того, данные о заготовленной древесине были скорректированы на величину запаса древесины, брошенной на местах рубки и оставленной в качестве семенников и семенных куртин. В данном случае прибегали к методу экспертных оценок и нормативных документов (наставлениям по главным рубкам, рубкам ухода и др.). Результаты расчета приведены в табл. 4.

<b>Баланс:</b> Исходный запас	619 млн м <sup>3</sup>
+ общий периодический прирост	158 млн м <sup>3</sup>
— общий объем заготовок за период	38 млн м <sup>3</sup>
<hr/>	

Общий запас на окончание расчетного периода, вычисленный — 704 млн м<sup>3</sup>.

Общий запас на окончание расчетного периода по материалам инвентаризации — 689 млн м<sup>3</sup>.

Величина расхождения общего расчетного запаса, вычисленного по методике СПБЛТА — ЕИЛ и определенного по общепринятой методике с использованием материалов лесоустройства составляет — **2,1%, что служит доказательством достоверности расчетов.**

Величина вычисленных ежегодных потерь составляет 9,35 млн м<sup>3</sup>, что составляет почти 50% от общего годовичного прироста и в 1,34 раза больше, чем разрешенный объем всех заготовок. Несмотря на то, что часть этой древесины могла быть нелегально использована для удовлетворения местных потребностей, она представляет огромный ресурсный потенциал, не находящий пока достойного применения. Большим резервом ликвидной древесины является и снижение потерь при лесозаготовках.



Если бы удалось использовать половину запаса естественного отпада и уменьшить количество брошенной при заготовке древесины на 10%, то объем заготовок можно было бы увеличить на 3,6 млн м<sup>3</sup> в год без увеличения площади заготовок от достигнутого к настоящему времени уровня.

Если предположить, что имеется возможность выборки всего годичного прироста с территории Ленинградской области, то ведение устойчивого хозяйства можно обеспечить даже при ежегодной заготовке 16,75 млн м<sup>3</sup> и выборке 14,74 млн м<sup>3</sup> без коры. Этот уровень заготовки можно обеспечить, если согласиться, что ежегодные потери древесины составляют 20,77 млн м<sup>3</sup>, а естественные потери — 4,43 млн м<sup>3</sup>. Тогда объем ежегодных заготовок составит 16,75 млн м<sup>3</sup> в коре или (с учетом потерь при заготовке) — 14,99 млн м<sup>3</sup> в коре и 13,91 млн м<sup>3</sup> без коры.

Указанные рекомендации не противоречат теории и практике экологически безопасного лесного хозяйства, так как при адаптивном, экосистемном использовании лесных ресурсов, размер пользования должен повышаться за счет рубок ухода, постепенных и выборочных рубок, а залогом их широкого применения является строительство развитой дорожной сети. Создание этих условий позволило бы, по меньшей мере, утроить размер пользования в Ленинградской области без ухудшения экологической обстановки.

Вместе с тем, следует принимать во внимание, что строительство развитой дорожной сети имеет и негативные последствия. Отдаленные территории лесного фонда становятся транспортно доступными, на них усиливается рекреационная нагрузка, увеличивается доля незаконных рубок, резко возрастает количество пожаров, возникающих по вине человека. Если учесть, что в лесном фонде удаленных и ранее недоступных территорий имеется много спелых и перестойных участков, с огромными запасами «древесного топлива» — неразложившегося отпада, то становится понятным реальность возникновения сильных пожаров, приводящих к катастрофическим последствиям.

В современном лесном хозяйстве нет, и не может быть отдельных, абсолютно приоритетных решений: задачи должны решаться в комплексе и строительство дорог должно сопровождаться усилением противопожарных, лесоохранных и лесозащитных мероприятий: только так могут быть предотвращены или значительно уменьшены негативные последствия хозяйственного освоения ранее недоступных территорий.

### 3.4. ВЫВОДЫ

Использование матричных моделей для прогнозирования динамики лесного фонда регионов России предоставляет возможность обоснованно подойти к определению параметров экологически обоснованного пользования лесными ресурсами: размера лесопользования в пределах крупных единиц административного или ландшафтного деления; определения объема заготовок по видам пользования (главное, промежуточное, комплексное), а также площадей, которые должны быть выведены из хозяйственной деятельности и могут обеспечить практическую реализацию природоохранных программ — гарантировать сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие лесов региона.

### 3.5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лесное законодательство Российской Федерации. Сборник нормативных правовых актов. М.: ПАИМС, 1998. 576 с.
- [2] *Авров Ф. Д.* Восстановление устойчивых лесных насаждений // Лесное хозяйство. 2000. № 2. С. 33–35
- [3] *Алексеев А. С., Келломяки С., Любимов А. В., Паюя Х., Паянский Гвоздев В. М., Петров А. П., О. Саастамойнен, Селиховкин А. В., Сенов С. Н., Соловьёв В. А., Тетюхин С. В.* Устойчивое управление лесным хозяйством: научные основы и концепции. Учебное пособие / под общей редакцией Селиховкина А. В. СПб ГЛТА, 1998. 222 с.
- [4] *Алексеев А. С., Тарасов Е. В., Гутман Т. С.* Прогнозирование состояния древостоев в зонах атмосферного загрязнения // Ботан. журнал. 1990. Т. 75. № 1. С. 1467–1472.
- [5] *Алексеев В. А.* Особенности описания древостоев в условиях атмосферного загрязнения // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Ч. 1. Таллин, 1982. С. 97–115.
- [6] *Жекулин В. С.* Почвы // Развитие и преобразование географической среды. По материалам Новгородской области. Научные труды ЛГПИ. Вып. 1. 1975. С. 106–121.
- [7] *Жидков А. Н.* Нормирование техногенного воздействия на леса // Лесное хозяйство. 2000. № 1. С. 37–39.
- [8] *Киреев Д. М., Сергеева В. Л.* Лесное ландшафтоведение. Природные территориальные комплексы России: учебное пособие для студентов специальностей 260100, 260400, 071900, 560900. СПб.: ЛТА, 2000. 100 с.
- [9] *Кобак К. И., Кукуев Ю. А., Трейфельд Р. Ф.* Роль лесов в изменении содержания углерода в атмосфере (на примере Ленинградской обл.) // Лесное хозяйство. 1999. № 2. С. 43–45.

- [10] Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974.
- [11] Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. М., 1973. 202 с.
- [12] Любимов А. В., Ваилов С. В. Многоцелевое использование заповедных и особо охраняемых территорий // Научн. тр. Ун-та. Йюенсуу. Йюенсуу: вып. 34. 1994. С. 394–397.
- [13] Любимов А. В. Методы изучения и картографирования заповедных и особо охраняемых лесов Северо-Запада России (на примере Ленинградской, Вологодской областей и республики Карелия). Изд. Европейского Института Леса, 1996, 24 с.
- [14] Любимов А. В. Лесные многоцелевые стационары заповедных и особо охраняемых территорий Северо-Запада России. Изд. Европейского Института Леса, 1996, 36 с.
- [15] Лямеборшай С. Х. Оценка экологического состояния лесной среды при лесопользовании в равнинных условиях // Лесное хозяйство. 1995. № 5. С. 19–21.
- [16] Мартынюк А. А., Воронин Ю. Б., Жидков А. Н., Костенко А. В., Ромашкевич Е. В., Коженков Л. Л. Опыт нормирования техногенного воздействия на леса // Лесохозяйственная информация. Научно-технический информационный сборник. 1998. № 5–6. С. 50–65.
- [17] Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Вып. 1. СПб., 1912. 83 с.
- [18] Никонов М. В. Динамика лесного фонда Новгородской области // Учёные записки Академии сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ. Вып. 2. В. Новгород, 2000. С. 55–58.
- [19] Никонов М. В. Методы восстановления древостоев в районе воздействия промышленных выбросов Новгородского АО «Акрон» // Растительные ресурсы. Т. 37. Вып. 2. 2001. С. 101–106.
- [20] Правила рубок главного пользования в равнинных лесах европейской части Российской Федерации. М., 1994. 32 с.
- [21] Сеннов С. Н. Влияние лесохозяйственной деятельности на углеродный баланс // Лесное хозяйство. 1998. № 5. С. 25–26.
- [22] Сеннов С. Н. Тенденции роста южнотаёжных лесов северо-запада // Лесоведение. 1996. № 4. С. 68–71.
- [23] Софронов М. А. О кислородопроизводящей функции леса // Лесное хозяйство. 1996. № 5. С. 27–28.
- [24] Софронов М. А., Волокитина А. В. Методика оценки баланса углерода по динамике биомассы в пирогенных сукцессиях // Лесоведение. 1998. № 3. С. 36–42.
- [25] Сухих В. И. Мониторинг лесов — состояние и проблемы // Проблемы мониторинга и моделирования динамики лесных экосистем. М.: Эколес, 1995. С. 5–23.
- [26] Сучков И. Г., Никонов М. В. О лесопользовании в древостоях, нарушенных промвыбросами // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания 2–3.07.1989. М., 1991. С. 197–199.
- [27] Усольцев В. А. Международный лесной мониторинг, глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов // Лесное хозяйство. 1995. № 5. С. 33–35.

## ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Г. Т. Фрумин, Н. А. Малышева

### 4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Методология эколого-токсикологических исследований основана на предположении о том, что риск, создаваемый различными факторами окружающей среды, пропорционален дозе или концентрации вредного вещества. Предполагается, что чем больше продолжительность контакта фактора с биологическим объектом, тем больше вероятность неблагоприятных эффектов. Из этого вытекает вывод о том, что для определения риска нужно знать осреднённую воздействующую концентрацию (или дозу) и время, в течение которого эта концентрация (или доза) воздействовала на организм [1].

Качественно риск характеризуют через природу неблагоприятных последствий, а количественно — через вероятность их возникновения. Риск может быть представлен и оценён как произведение:

$$\text{Риск} = \text{Экспозиция} \cdot \text{Токсичность}. \quad (1)$$

Под экспозицией понимают количество химического вещества, проходящего на одну мишень (организм, орган, ткань и т. д.), а под токсичностью — потенциальную опасность химиката, его способность причинить вред.

Риск потенциальный (Risk) — угроза возникновения неблагоприятных последствий для организма, определяемая как вероятность возникновения таких последствий при заданных условиях. Выражается в процентах или долях единицы. Риск представляет собой меру вероятности появления нарушений соответствующей тяжести [2, 3].

Что же дает оценка риска для водных экосистем? В чем его преимущество по сравнению с другими подходами?

Во-первых, система оценки риска позволяет на основе данных мониторинга за факторами и состоянием водных экосистем получить количественную и качественную характеристики влияния фактора

(в нашем случае загрязняющих веществ) на состояние экосистемы задолго до того, как проявятся последствия этого влияния.

Во-вторых, система оценки риска органично вливается в систему общего управления и принятия решений в административной практике, так как риск можно измерить, иметь стоимость, понятен по смыслу чиновникам и общественности, позволяет проводить сравнения и, следовательно, осуществлять выбор решения и нормирование.

В-третьих, система оценки риска позволяет оценить суммарный риск для водной экосистемы от множества факторов, так как во всех случаях общим является по сути состояние гидроэкосистемы.

## 4.2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Учитывая ограниченность в настоящее время знаний о механизме процессов, протекающих в организме, а также сложность математического моделирования, применяемого для описания токсических эффектов, очевидно, что получить точное и в то же время достаточно простое математическое выражение, которое связывает величину эффекта с уровнем и продолжительностью воздействия (зависимость концентрация — время — эффект), можно лишь в рамках определенных ограничений — как по механизму, так и по экспериментальным условиям. Так, при относительно длительном воздействии токсического вещества в стабильных условиях зависимость концентрация — время — эффект выражается следующим уравнением [1]:

$$E = E_m - \exp[-k^n/\lambda C^n(t_{\text{общ}} - t_{\text{равн}})], \quad (2)$$

где  $E$  — токсический эффект при данной концентрации и данном воздействии;

$E_m$  — максимальный эффект;

$n$  — стехиометрический коэффициент биологической реакции;

$k$  — константа скорости лимитирующей реакции;

$\lambda$  — коэффициент распределения организм/окружающая среда;

$C$  — концентрация токсического вещества в окружающей среде;

$t_{\text{общ}}$  — общее время воздействия ксенобиотика;

$t_{\text{равн}}$  — время установления равновесия между концентрациями ксенобиотика во внешней среде и в организме.

Уравнение (2) применимо для веществ общего токсического действия. Для химических веществ, обладающих избирательной токсичностью, необходимо ввести в экспоненциальный множитель дополнительный коэффициент, учитывающий эту специфику.

В общем случае система расчёта риска предполагает использование нескольких математических моделей. В данном исследовании применена линейно-экспоненциальная модель вида:

$$Risk = 1 - \exp(-Unit\_Risk C^b t), \quad (3)$$

где  $Risk$  – потенциальный риск;

$Unit\_Risk$  – единица риска, определяемая как фактор пропорции роста риска в зависимости от величины действующей концентрации (дозы);

$C$  – реальная концентрация (или доза) вещества, оказывающая воздействие за время  $t$ ;

$b$  – коэффициент, учитывающий особенности токсических свойств вещества.

Для  $t = \text{const}$  модель (3) приводится к виду (см. также табл. 1):

$$\ln[-\ln(1 - Risk)] = a + b \ln C, \quad (4)$$

где  $a = \ln(Unit\_Risk \cdot t)$ . Размерность  $t$  — часы, размерность  $C$  — мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 1

**Оценка риска воздействия загрязняющих веществ  
на *Daphnia magna***

Острое токсическое действие на <i>Daphnia magna</i>					
Вещество	ЛК16	ЛК50	ЛК84	$a$	$b$
Hg2+	0,0008	0,0015	0,03	2,623	0,547
Be2+	0,65	5,1	18,5	-1,462	0,700
Cu2+	0,006	0,02	0,07	3,223	0,956
Акрилонитрил	0,008	0,04	0,07	3,188	1,034
2,4-Динитрофенол	1,65	2,9	6,92	-2,365	1,597
Актелик	0,004	0,02	0,075	2,722	0,805
Рогор	0,0025	0,03	0,16	1,631	0,565

Заменяя коэффициент  $a$  в модели (4) на  $a = \ln a'$ , после несложных преобразований математическая модель (4) приводится к виду

$$\text{Риск} = 1 - \exp(-a'/C^b). \quad (5)$$

История применения методов биоиндикации в исследованиях водных объектов доказала, что лучшими «приборами», оценивающими качество воды, являются сами водные обитатели. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире. Биотестирование как способ оценки качества воды вошёл в практику в начале XX в. В 1984 г. в США Д. Маунтом и Т. Норбергом разработан 7-суточный тест на дафниях. Для использования в СССР тест был адаптирован в лаборатории физиологии и токсикологии водных животных ИБВН РАН под руководством проф. Б. А. Флерова. В 2001 г. Министерство природных ресурсов России выпустило «Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов».

В последние десятилетия для оценки качества воды часто используют биотестирование. Биологический анализ определяет наличие токсических веществ, влияющих на водные организмы. Конечной целью биотестов является оценка безопасности или иных свойств исследуемого объекта на организмах-моделях и на основании полученных результатов прогнозирование реакции организма человека и / или животных. По чувствительности и степени изученности среди организмов, используемых для биоиндикации водных объектов, выделяют дафний (*Daphnia magna*, *Daphnia pulex*), несколько видов микроскопических одноклеточных зелёных водорослей из класса протокочковых (сценедесмус *Scenedesmus quadricauda*, хлорелла *Chlorella sp.*) и пять-шесть видов рыб как аквариумных (гуппи, дани-орерио), так и мелких аборигенных (голец, голяк).

Для этих целей в европейских странах используют критерии качества воды (ККВ) для гидробионтов. Эти критерии разрабатываются в краткосрочных токсикологических экспериментах (ЛК<sub>50</sub> за 24, 48, или 96 часов). Используемые биологические тест-организмы как в России, так и за рубежом, идентичны. Среди рыб — радужная форель, карп, окунь, щука; из беспозвоночных — дафния magna, хиромомус плюмоzus; из планктонных одноклеточных водорослей — сценедесмус, хлорелла [4, 5, 6].

Во второй половине XX в. в связи с необходимостью оценки токсичности природных и сточных вод, а также загрязняющих

химических веществ во многих странах мира стали использовать биотестирование на *Daphnia magna Straus*.

Впервые *Daphnia magna* как индикатор токсичности воды была предложена в 1929 г. Позже также стали использовать *Ceriodaphnia afinis Lilljeborg*, и этот вид, наряду с *Daphnia magna* и *Daphnia pulex*, был введен в руководства по биотестированию во многих странах мира.

Дафнии или «водяные блохи» (*Daphnia*) — род ветвистоусых рачков, внешний вид и строение которых представлены на рисунке 1. Под общим названием «дафнии» фигурирует несколько сот различных видов ветвистоусых рачков, относящихся примерно к 10 семействам. Все они характеризуются двумя парами усиков, ясно выраженной головой с большим сложным глазом, 4–6 парами ножек и мешковидным выростом с яйцами на спине. Тело нередко заключено в двустворчатую хитиновую раковину, размер её до 10 мм, чаще 3–6 мм. На зиму откладывают покоящиеся яйца — эфиппии. Рачок имеет овальное тело, двигается в воде скачками при помощи антенн, развитых несоразмерно с телом. Тело сжато с боков и неявственно сегментировано на головной, грудной и брюшной отделы. Самцы меньше самок в 2–2,5 раза. Снаружи туловище покрыто прозрачным двустворчатым хитиновым панцирем (раковиной), состоящим из двух слоев и несущим защитную функцию туловища вместе с 5 парами конечностей. Пространство между верхней и верхнебоковой стенками раковины и спиной туловища образуют выводковую камеру, в которой вынашиваются яйца и протекает их эмбриональное развитие.

*Daphnia magna Straus* признана самым универсальным тест-объектом по чувствительности и адекватности реагирования на различные вредные вещества.

Дафнии относятся к мощным фильтраторам воды: при массе в 3–4 мг одна особь фильтрует в течение суток 20–30 мл воды. Человек при такой способности должен был бы фильтровать 700 тыс. литров воды в сутки.



Рис. 1. Дафния



Дафнии широко распространены в стоячих и слабопроточных водоёмах, особенно в больших количествах встречаются во временных (лужи, канавы) и непроточных водоемах (небольшие озера). Чаще всего в водоёмах встречаются представители рода *Daphnia*. Самый крупный представитель рода дафния магна (*Daphnia magna*) достигает 5–6 мм длины, живет она обычно в мелких водоёмах (пруды, ямы, лесные лужи).

При хорошем газовом режиме дафнии имеют розово-желтую окраску, а при дефиците кислорода краснеют. В теплое время года дафнии выглядят как жёлтовато-красные пятна, перемещающиеся в воде.

В природе в летнее время, а в лаборатории при благоприятных условиях круглый год дафнии размножаются без оплодотворения — партеногенетически, причем рождаются в большинстве самки. При резком изменении условий существования (недостаток пищи, перенаселенность, понижение температуры и т. д.) в популяции дафний появляются самцы, и дафнии переходят к половому размножению, откладывая после оплодотворения «зимние яйца» (1–2 шт.), которые падают на дно водоёма, где проходят стадию покоя. Такие яйца опускаются на дно, где легко переносят замораживание или высыхание, с пылью они далеко переносятся ветром, благодаря чему мы и имеем дафний во всех постоянных лужах.

Дафнии легко культивируются в лабораторных условиях в любое время года. Чувствительность дафний к вредным веществам зависит от их возраста, вследствие этого возраст дафний должен отмечаться в описании эксперимента.

Биоиндикация с использованием ветвистоусых рачков рода *Daphnia* очень удобна, так как дафнии широко распространены в природе, легко культивируются, обладают высокой чувствительностью к токсикантам различной природы (вещества, токсичные для дафний: бихромат калия, медь, кадмий, ртуть и их комбинированное (аддитивное) воздействие, а также хлор, тяжёлые металлы, пестициды, аммиак, полихлорфенилы). Оценка токсичности проводится по разнообразным тест-функциям: выживаемости, плодовитости, двигательной активности, поведенческим реакциям, а также по качеству потомства. Дафнии довольно чувствительны к повреждениям, и поэтому для достижения хороших результатов в опыте необходимо, особенно при переносе рачков, соблюдать осторожность.

Большинство методов определения токсичности водных объектов с использованием дафний базируется на регистрации визуально или

автоматически гибели рачков под воздействием вредных веществ. Однако еще до гибели действие токсиканта проявляется в изменении поведенческих реакций организмов. Эти реакции можно разделить на функциональные и органические. Функциональные реакции проявляются на ранних стадиях отравления и носят обратимый характер, если воздействие токсиканта прекратится. Органические реакции свидетельствуют о глубоком отравлении организма и носят необратимый характер. У дафний наиболее показательной поведенческой реакцией является их двигательная активность. Рачки находятся в постоянном движении, чтобы поддерживать оптимальное положение тела в водной толще, осуществлять функцию дыхания, питания и размножения. На воздействие токсикантов дафнии реагируют либо резким повышением двигательной реакции, хаотическим передвижением в пространстве, быстрым вращением на одном месте, либо замедлением гребных движений, что приводит к скоплению их в придонном слое и в конечном итоге к обездвиживанию.

Метод определения угнетения подвижности дафний позволяет изучить влияние воды или веществ, растворенных в ней, на жизнедеятельность живых организмов. Кратковременная биоиндикация — до 96 ч позволяет определить острое токсическое действие воды на дафний по их выживаемости. Показателем выживаемости служит среднее количество объектов, выживших в тестируемой воде или в контроле за определенное время. Критерием токсичности является гибель 50 и более процентов дафний за период времени до 96 ч в исследуемой воде по сравнению с контролем.

Дафнии или «водяные блохи» широко применяются в биотестировании в таких странах мира, как США, Германия, Франция, Венгрия и др. Во многих из них дафния принята как стандартный тест-организм.

Дафнии как обязательный тест-объект включены в схему установления ПДК загрязняющих веществ и в РФ. Установлено, что в большинстве рассмотренных случаев (около 90%) наиболее слабыми звеньями, по которым идет нормирование и которые определяют конечные результаты установления ПДК, являются планктонные ракообразные (главным образом дафнии) [7]. Аналогичный вывод получен по материалам многочисленных работ с морскими организмами [8].

Для иллюстрации этого утверждения нами была проведена обработка первичных данных, приведенных в работах [9, 10] (рис. 2).

Из работы [10] были заимствованы величины средних летальных концентраций 24 металлов (Be, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Hg, Pb, Ba, Al, Ca, Mg, Li, Na, K, Rb, As, Sr, Cs, Te) для дафний при экспозиции 48 часов ( $LK_{50}^{48}$ ) (табл. 2).

Таблица 2

**Рыбохозяйственные ПДК (ПДК<sub>РХ</sub>) и средние летальные концентрации металлов для дафний при экспозиции 48 часов ( $LK_{50}^{48}$ )**

Металл	ПДК <sub>РХ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	$LK_{50}^{48}$ , мг/дм <sup>3</sup>
Be (бериллий)	0,0003	0,023
Cr (хром)	0,02 (Cr <sup>6+</sup> ), 0,07 (Cr <sup>3+</sup> )	0,13
Mn (марганец)	0,01	9,3
Fe (железо)	0,1	2,3
Co (кобальт)	0,01	0,71
Ni (никель)	0,01	0,65
Cu (медь)	0,001	0,013
Zn (цинк)	0,01	0,72
Cd (кадмий)	0,005	0,0036
Sn (олово)	0,112	6,2
Hg (ртуть)	0,00001	0,00065
Pb (свинец)	0,006	0,29
Ba (барий)	0,74	11
Al (алюминий)	0,04	3,9
Ca (кальций)	180	870
Mg (магний)	40	140
Li (литий)	0,08	6,3
Na (натрий)	120	1600
K (калий)	50	340
Rb (рубидий)	0,1	0,94
As (мышьяк)	0,05	2,4
Sr (стронций)	0,4	120
Cs (цезий)	1,0	5,8
Te (теллур)	0,003	1,2

Соотношение между предельно допустимыми концентрациями вышеприведенных металлов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДК<sub>РХ</sub>) и  $LK_{50}^{48}$ , описывается следующим уравнением:

$$\ln \text{ПДК}_{\text{РХ}} = -3,41 + 1,004 \ln \text{ЛК}_{50}^{48}. \quad (6)$$

$$n = 24; r = 0,91; r^2 = 0,84; \sigma_{Y(X)} = 1,69; F_p/F_T = 26,1.$$

Здесь  $n$  — количество металлов,  $r$  — коэффициент корреляции,  $r^2$  — коэффициент детерминации,  $\sigma_{Y(X)}$  — стандартная ошибка,  $F_p/F_T$  — отношение расчетного значения критерия Фишера к табличному при уровне значимости 95%.

Согласно шкале Чеддока [11], приведенное значение коэффициента корреляции ( $r = 0,91$ ) свидетельствует о весьма высокой тесноте связи между  $\ln \text{ПДК}_{\text{РХ}}$  и  $\text{ЛК}_{50}^{48}$ . Кроме того, математическая модель (6) адекватна ( $F_p > F_T$ ) и может быть использована для предсказания  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$ , так как  $F_p/F_T > 4$  [12].

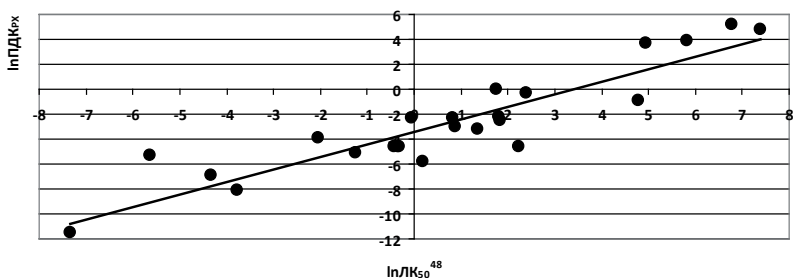


Рис. 2. Соотношение между ПДК для рыбохозяйственных водных объектов и средними летальными концентрациями металлов для дафний при 48-часовой экспозиции

Следует, однако, признать, что точность такого предсказания сравнительно невелика (отклонение установленных значений  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$  от прогнозных величин может варьировать от 1,5 до 5). Это обусловлено:

- значительным интервалом варьирования величин  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$ , использованных при построении модели (6) (отношение  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$  для цинка и кобальта к  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$  для ртути составляет 1000);

- точностью определения параметров токсикометрии в лабораторных экспериментах (пределы варибельности параметров острой токсичности по данным различных авторов от 2 до 5 раз) [13].

Аналогичный результат был получен при сопоставлении величин  $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$  и средними летальными концентрациями некоторых органических соединений (формальдегид, бутанол, бензин, бензол, акрилонитрил), цианидами и нитрит-иона для дафний при 48-часовой экспозиции (табл. 3, рис. 3).

Таблица 3

Рыбохозяйственные ПДК (ПДК<sub>РХ</sub>) и средние летальные концентрации органических соединений, цианидов и нитрит-ионов для дафний при экспозиции 48 часов (ЛК<sub>50</sub><sup>48</sup>)

Вещество	ПДК <sub>РХ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	ЛК <sub>50</sub> <sup>48</sup> , мг/дм <sup>3</sup>
Формальдегид	0,01	0,042
Бутанол	0,03	0,08
Цианиды	0,05	4,3
Нитрит-ионы	0,08	3,7
Бензин, керосин	0,05	2,28
Бензол	0,5	300
Акрилонитрил	0,01	0,04
Метанол	0,1	0,39

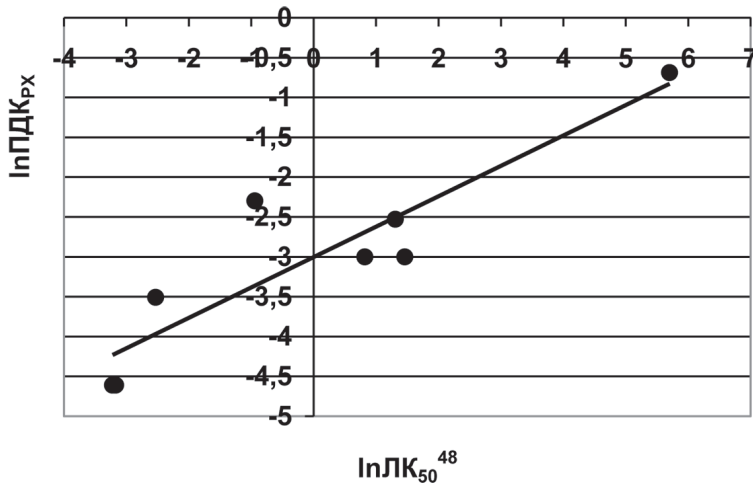


Рис. 3. Соотношение между ПДК для рыбохозяйственных водных объектов и средними летальными концентрациями органических соединений, цианидами и нитрит-ионами для дафний при 48-часовой экспозиции

Соотношение между предельно допустимыми концентрациями вышеприведенных соединений для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДК<sub>РХ</sub>) и ЛК<sub>50</sub><sup>48</sup>, описывается следующим уравнением:

$$\ln \text{ПДК}_{\text{РХ}} = -3,16 + 0,398 \ln \text{ЛК}_{50}^{48}. \quad (7)$$

$n = 8; r = 0,91; r^2 = 0,82; \sigma_{Y(X)} = 0,59; F_p/F_T = 4,9.$

Полученный результат имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как является основой для разработки экспресс-метода установления ПДК<sub>РХ</sub> для водных объектов с учетом их региональных особенностей.

В данном исследовании в качестве тест-объекта была рассмотрена *Daphnia magna*. Основное внимание было сосредоточено на анализе данных о токсичности катионов металлов, нитрит-ионов и органических соединений для *Daphnia magna*.

Выбор дафний в качестве представительного вида гидробионтов обусловлен широким применением их для гигиенической диагностики качества природных и сточных вод. В общем, дафнии высокочувствительны к веществам, нарушающим синтез пластических компонентов клетки. К таким веществам, в частности относятся многие металлы (катионы металлов).

Обнаруженные закономерности могут быть использованы не только для суждения о сравнительной токсичности катионов металлов, но также и для ориентировочного заключения о допустимых концентрациях, определяемых расчетным путем.

По данным литературы о токсичности катионов металлов для дафний были построены математические модели, связывающие величины рисков летальных исходов при воздействии катионов металлов на дафний в широком диапазоне варьирования концентраций (табл. 4). Первичные данные о летальных и эффективных концентрациях, вызывающих эффекты у 16%, 50% и 84% подопытных тест-объектов, заимствованы из литературы [14].

Таблица 4

**Математические модели для оценки рисков летальных исходов при воздействии катионов металлов на дафний**

Me <sup>2+</sup>	Модель	Me <sup>2+</sup>	Модель
Hg <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-13,777C <sup>0,547</sup> )	Zn <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-2,02C <sup>1,168</sup> )
Cu <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-25,103C <sup>0,956</sup> )	Co <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,011C <sup>1,36</sup> )
Pb <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,2653C <sup>1,1</sup> )	Fe <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,017C <sup>1,319</sup> )
Cd <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-1880409C <sup>4,6135</sup> )	Mn <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,007C <sup>1,489</sup> )
Ni <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,078C <sup>2,0861</sup> )	Be <sup>2+</sup>	Риск=1 – exp(-0,2317C <sup>0,6995</sup> )

Примечание: C — концентрация катиона металла, мг/дм<sup>3</sup>

Аналогичные линейно-экспоненциальные математические модели были построены для расчетов величин рисков летальных исходов при воздействии на дафний органических соединений, нитрит-ионов и цианидов в широком диапазоне варьирования концентраций (табл. 5).

Таблица 5

**Математические модели для оценки рисков летальных исходов при воздействии на дафний органических соединений, нитрит-ионов и цианидов**

Вещество	Модель
Фенол	Риск = $1 - \exp(-0,0154C^{1,2638})$
Линдан	Риск = $1 - \exp(-2,6666C^{0,7158})$
Формальдегид	Риск = $1 - \exp(-12,3629C^{0,8675})$
Цианиды (CN <sup>-</sup> )	Риск = $1 - \exp(-0,2203C^{0,7861})$
Нитрит-ион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Риск = $1 - \exp(-0,2861C^{0,8125})$
Бензин, керосин	Риск = $1 - \exp(-0,3851C^{0,7124})$
Дизельное топливо	Риск = $1 - \exp(-1,4359C^{0,614})$
Машинное масло	Риск = $1 - \exp(-7121,7C^{2,4915})$
Сумицидин	Риск = $1 - \exp(-11353,7C^{0,9824})$
Бензол	Риск = $1 - \exp(-16094691C^{1,9913})$
Акрилонитрил	Риск = $1 - \exp(-24,2447C^{1,0342})$
2,4-ДНФ	Риск = $1 - \exp(-0,0939C^{1,5965})$
Актелик	Риск = $1 - \exp(-15,2092C^{0,8045})$
Рогор	Риск = $1 - \exp(-5,1085C^{0,5648})$
Метанол	Риск = $1 - \exp(-98,1209C^{5,2599})$
Пропанол	Риск = $1 - \exp(-106085C^{3,4045})$
н-Бутанол	Риск = $1 - \exp(-1153,4C^{2,9366})$
Просульфурон	Риск = $1 - \exp(-0,0038C^{1,6566})$
Пантера	Риск = $1 - \exp(-0,00032C^{2,8026})$

*Примечание:* C — концентрация катиона металла, мг/дм<sup>3</sup>

Учитывая, что риск является вероятностной величиной, для определения риска комбинированного действия в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве сомножителей выступают не риски, а значения, характеризующие вероятности их отсутствия, было применено следующее уравнение:

$$\text{Риск}_{\text{комб}} = 1 - (1 - \text{Риск}_1)(1 - \text{Риск}_2)(1 - \text{Риск}_3)(1 - \text{Риск}_n), \quad (8)$$

где  $\text{Риск}_{\text{комб}}$  — риск комбинированного действия совокупности химических веществ;  
 $\text{Риск}_i$  — риск воздействия индивидуальных химических веществ.

Величины  $\text{Риск}_i$  и  $\text{Риск}_{\text{комб}}$  варьируют в интервале от нуля до единицы. При этом, чем выше величина  $\text{Риск}_i$  или  $\text{Риск}_{\text{комб}}$ , тем выше уровень загрязнённости воды металлами.

Для классификации качества вод по уровням их была использована модель «разломанного стержня» [15] (табл. 6).

Таблица 6

**Классификация качества вод по величинам комбинированных рисков**

Качество воды	Риск комбинированный, $\text{Риск}_{\text{комб}}$	Класс качества
Очень хорошее	0,00–0,04	I
Хорошее	0,04–0,09	II
Удовлетворительное	0,09–0,16	III
Плохое	0,16–0,26	IV
Очень плохое	0,26–1,00	V

В данном разделе приведён, в частности, усовершенствованный подход к оценке загрязнённости тяжёлыми металлами поверхностных вод суши. Суть этого усовершенствованного подхода заключается в следующем. Во-первых, предложена новая классификация качества вод, базирующаяся не на обратной шкале желательности Харрингтона [16, 17], а на модели «разломанного стержня». Модель «разломанного стержня» позволяет давать более «жёсткую» оценку качества воды. Так, например, по обратной шкале желательности Харрингтона качество воды, характеризующееся как «очень хорошее», варьирует в интервале 0,20–0,00 (интервал варьирования 0,20), а по модели «разломанного стержня» — в интервале 0,00–0,04 (интервал варьирования 0,04). По обратной шкале желательности Харрингтона качество воды, характеризующееся как «очень плохое», варьирует в интервале 1,00–0,80 (интервал варьирования 0,20), а по модели «разломанного стержня» — в интервале 0,26–1,00 (интервал варьирования 0,74). Во-вторых, в приведённом в разделе подходе уточнена математическая модель вероятности гибели дафний при воздействии катионов кадмия (табл. 4).



Существенным достоинством рассмотренного подхода к оценке загрязнённости водных объектов (водоёмов и водотоков) металлами, органическими соединениями, цианидами и нитрит-ионами как приоритетными (наиболее значимыми) загрязняющими веществами является то, что этот подход не использует систему общефедеральных ПДК. Тем более, что до настоящего времени не разработаны региональные ПДК для большинства водных объектов Российской Федерации.

Научная новизна рассмотренного эколого-токсикологического подхода заключается в совместном использовании гидрохимических и гидробиологических показателей, которые ранее использовались отдельно, в виде нового сочетания (новой математической модели).

### 4.3. ЗАГРЯЗНЁННОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН

Приведённый эколого-токсикологический подход к комплексной оценке загрязнённости водных объектов был применён для оценки уровня загрязнённости водоёмов и водотоков, расположенных в различных природно-климатических зонах (табл. 7, 8) [18].

Разработанный подход, базирующийся на моделях, приведённых в таблице 4 и формуле 8, был использован для межгодовой оценки загрязнённости реки Великой свинцом, медью, кадмием и цинком (г. Псков, 9,5 км ниже города в черте деревни Муравицы) (табл. 8). Для расчётов были использованы среднегодовые данные гидрохимического мониторинга за период 2002–2018 гг., проведённого Северо-Западным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ.

Таблица 7

#### Уровни загрязнённости металлами водных объектов, расположенных в различных природно-климатических зонах

Водный объект	Год(ы)	Риск <sub>комб</sub>	Качество воды
Озеро Биенда-Стемме (Шпицберген)	2002–2013	0,02	очень хорошее
Озеро Голубичное (Приморский край)	2013, август	0,02	очень хорошее
Река Пиуза	2018	0,09	хорошее

Водный объект	Год(ы)	Риск <sub>комб</sub>	Качество воды
Река Желча	2018	0,05	хорошее
Река Гдовка	2018	0,07	хорошее
Река Плюсса	2018	0,09	удовлетворительное
Река Нарва	2018	0,12	удовлетворительное
Озеро Нижний Кольсай (Казахстан)	2015, август	0,12	удовлетворительное
Река Ардон, 100 м ниже от устья р. Уналдон (Северная Осетия)	2016, лето	0,12	удовлетворительное
Река Уруп (Северный Кавказ)	2012, август	0,68	очень плохое

Таблица 8

**Динамика уровней загрязнённости металлами воды реки Великой**

Год	Риск комбинированный, Риск <sub>комб</sub>	Качество воды
2002	0,19	плохое
2003	0,17	плохое
2004	0,24	плохое
2005	0,23	плохое
2006	0,26	плохое
2007	0,27	очень плохое
2008	0,34	очень плохое
2009	0,15	удовлетворительное
2010	0,15	удовлетворительное
2011	0,11	удовлетворительное
2012	0,14	удовлетворительное
2013	0,09	удовлетворительное
2014	0,09	удовлетворительное
2015	0,10	удовлетворительное
2016	0,10	удовлетворительное
2017	0,12	удовлетворительное
2018	0,05	хорошее

Результаты расчётов, приведённые в табл. 8, были представлены в графической форме, что позволило выявить наличие тренда загрязнённости металлами реки Великой за период 2002–2018 гг. (рис. 4).

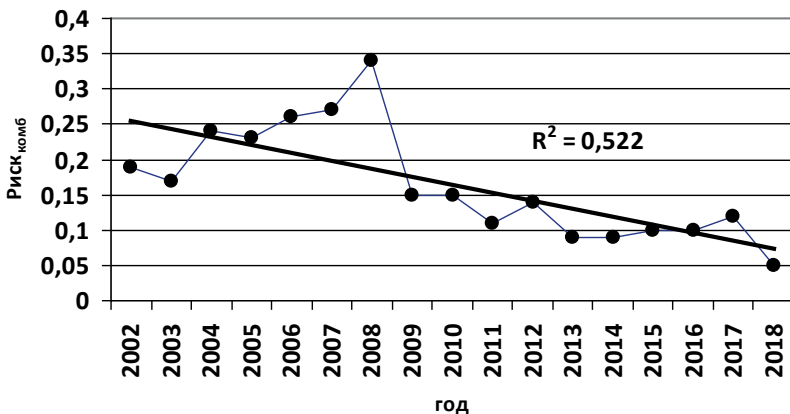


Рис. 4. Межгодовая динамика загрязнённости металлами реки Великой (г. Псков — 9,5 км ниже города в черте д. Муровицы)

Приведённому на рис. 4 значению коэффициента детерминации  $R^2 = 0,522$  соответствует коэффициент корреляции  $r = 0,72$ . Согласно шкале Чеддока, это свидетельствует о высоком отрицательном тренде загрязнённости реки Великой четырьмя рассмотренными металлами.

#### 4.4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Киселёв А. В., Фридман К. Б.* Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью, 1997. 103 с.
- [2] *Исидоров В. А.* Введение в химическую экотоксикологию. СПб.: Химиздат, 1999. 144 с.
- [3] *Фрумин Г. Т.* Экологическая химия и экологическая токсикология. СПб.: РГГМУ, 2002. 94 с.
- [4] *Александрова В. В.* Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод: Монография. Нижневартовск: Изд-во Нижнеарт. гос. ун-та, 2013. 119 с.
- [5] *Красовский Г. Н., Рахманин Ю. А., Егорова Н. А.* Экстраполяция токсикологических данных с животных на человека. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2009. 208 с.
- [6] *Соколова С. А.* Актуальные проблемы экологического нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов // Вопросы эко-

- гического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов: материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии, Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 56–68.
- [7] Красовский Г. Н., Алексеева Т. В., Егорова Н. А., Жолдакова З. И. Биотестирование в гигиенической оценке качества воды // Гигиена и санитария. № 9. 1991. С. 13–16.
- [8] Патин С. А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищепромиздат, 1979. 379 с.
- [9] Перечень рыбохозяйственных нормативов, предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.
- [10] Akira Okamoto, Masumi Yamaturo and Norihisa Tatarazako. Acute toxicity of 50 metals to *Daphnia magna* // Journal of Applied Toxicology. 2015; 35:824–830.
- [11] Макарова Н. В., Трофимец В. Я. Статистика в Excel. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
- [12] Дрейнер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1986. 366 с.
- [13] Токсикометрия химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1986. 428 с.
- [14] Захарченко М. П., Кошелев Н. Ф., Ромашов П. Г. Гигиеническая диагностика водной среды. СПб.: Наука, 1996. 247 с.
- [15] Мостеллер Ф. Пятьдесят занимательных вероятностных задач с решениями. М.: Наука, 1975. 112 с.
- [16] Фрумин Г. Т., Жаворонкова Е. И. Токсичность и риск воздействия металлов на гидробионтов // Экологическая химия. СПб.: ООО «Теза», 2003. 12(2). С. 93–96.
- [17] Фрумин Г. Т., Жаворонкова Е. И. Оценка риска воздействия металлов на гидробионты // Оценка и управление природными рисками. Материалы Всероссийской конференции «Риск-2003». Т. 2. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2003. С. 258–261.
- [18] Фрумин Г. Т., Мальшева Н. А. Токсичность катионов металлов для дафний // Экологическая химия. 2019. 28(5). С. 250–257.

## ГЛАВА 5

# ОТКЛОНЕНИЯ В РАЗВИТИИ СЕМЯЗАЧАТКА И СЕМЕНИ И ИХ РОЛЬ В БИОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

И. И. Шамров

### 5.1. ВВЕДЕНИЕ

Семязачаток и семя являются интегрированными динамическими системами, основные элементы которых определяют специфику развития зародыша и, в конечном счете, семенную репродукцию. Выявление закономерностей их морфогенеза и разработка теоретических основ семенного размножения становятся чрезвычайно актуальными для познания пластичности систем репродукции и являются залогом успешного применения нестандартных технологий в генетике, селекции и семеноводстве, при прогнозировании запасов ресурсных растений. Особенно это крайне важно в связи с практической необходимостью интродукции ряда растений в новые места обитания и выявлением причин, вызывающих нарушения в протекании репродуктивных процессов. На развитие репродуктивных структур влияют биогенные и абиогенные факторы [10]. Они могут вызывать различные отклонения в прохождении эмбриональных процессов, аномалии в строении гамет, зародыша, эндосперма и способствовать появлению aberrантных (остановившихся в развитии) семян, снижающих реальную семенную продуктивность [21, 22]. Одна из причин — воздействие агрессивных факторов окружающей среды (соли тяжелых металлов,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , HF,  $O_3$  и др.). Реакция растений на эти воздействия наиболее выражена в критические периоды онтогенеза. Анализ aberrантных семязачатков представляет особый интерес при оценке их фертильности и стерильности. По качеству образующихся семян можно производить отбор урожайных форм растений. Это особенно важно при отдаленной гибридизации, когда получение жизнеспособных гибридов бывает весьма затруднительным.

## 5.2. НАРУШЕНИЯ В РАЗВИТИИ СЕМЯЗАЧАТКА И СЕМЕНИ

В ходе развития семязачатков в некоторых из них возникают отклонения в форме, строении и функциях. Такие семязачатки дегенерируют полностью (создавая пространство в завязи для развития оставшихся семязачатков) либо сохраняются, трансформируясь в aberrантные (лат. *aberrans* — отклоняющийся) семена, которые могут участвовать в процессах диссеминации. Структурные, а часто физиологические различия семян внутри плода, растения или вида (формы, разновидности) являются основой гетероспермии [2, 10, 11].

Аберрантные семязачатки характерны преимущественно для растений с многосемянными плодами. Время появления аномалий, их характер и степень выраженности являются таксоноспецифическими, при этом у разных видов растений деструкции подвержены различные структуры. В аберрантных семязачатках и семенах обнаруживаются, прежде всего, отклонения в развитии. При нарушении пространственно-временной координации аномальные семязачатки отличаются от фертильных меньшими размерами (*Oxalis magnifica*, Oxalidaceae [40]; *Saxifraga cernua*, Saxifragaceae [9]). Это может быть связано с остановкой роста зародышевого мешка в длину (*Prunus avium*, Rosaceae [64]), уменьшением размеров нуцеллуса и увеличением размеров интегументов, что приводит к изменению их соотношения (*Phytolacca americana*, Phytolaccaceae [48]).

Аберрантные семязачатки можно диагностировать по изменению морфологического типа (с анатропного семязачатка в норме — на ортотропный), наличию асимметричного интегумента, который не полностью окружает нуцеллус, а также по отсутствию микропиле или формированию слишком широкого микропиле (*Rhododendron nutallii*, Ericaceae [54]). Абортирование семязачатков может вызываться разрастанием нуцеллуса и выходом его за пределы микропиле (*Saxegothea conspicua*, Rapateaceae [52]; *Rosa* sp., *Cerasus vulgaris*, Rosaceae [16]), дегенерацией фуникулуса (*Pistacia vera*, Anacardiaceae [28, 39, 61]) или халазы (*Persea americana*, Lauraceae [62]). В аберрантных семязачатках видов *Vaccinium* (Ericaceae) выявлена смена временных характеристик, запускающих дегенерацию нуцеллуса. В фертильных семязачатках этот процесс происходит на 2- или 4-ядерной стадии развития зародышевого мешка, тогда как в аберрантных — время дегенерации смещалось на 8-ядерную стадию

и даже на период после опыления. По мнению ряда авторов [41], длительное сохранение нуцеллуса и сопутствующие процессы преждевременной деструкции интегумента ответственны за женскую стерильность у некоторых клонов *Vaccinium angustifolium*. У *V. myrtillus*, в отличие от *V. angustifolium*, в условиях промышленного загрязнения процессы дегенерации структур семязачатка смещены на самые ранние стадии (образование тетрад мегаспор), и в таких семязачатках формируется 2-слойный эндотелий вместо однослойного, а оболочки клеток гипостазы и интегументальной паренхимы лигнифицируются. Кроме того, в клетках экзотесты преждевременно накапливается слизь [60].

У *Saxifraga cernua* (Saxifragaceae) стерильные семязачатки отличаются от фертильных недоразвитием и дегенерацией нуцеллуса и интегументов, а также отсутствием сформированного микропиле [9]. В неоплодотворенных семязачатках *Daphne arbuscula* (Thymelaeaceae) первые признаки деструкции тканей и клеток обнаруживаются во внутреннем интегументе и нуцеллусе вблизи проводящего пучка, при этом отмечается преждевременная лигнификация клеточных оболочек гипостазы. Затем в этот процесс включаются клетки наружного интегумента, в котором имеется проводящий пучок, идущий из фуникулуса [37]. Очень часто aberrantные семязачатки и семена характеризуются процессами деструкции, начиная с ранних стадий развития. Дегенерации могут подвергаться мегаспороциты, мегаспоры и зародышевые мешки, при этом в последних выявлены нарушения синтеза крахмала в центральной клетке (*Medicago*, *Trifolium*, Fabaceae [7, 8, 13–15, 27]).

Целый комплекс признаков-маркеров для идентификации аномальных семязачатков еще до оплодотворения был обнаружен у *Paeonia lactiflora* (Paeoniaceae): увеличение числа слоев и гипертрофия клеток интегументального тапетума и апикальной части внутреннего интегумента, преждевременная дегенерация нуцеллуса в микропиллярной и средней частях семязачатка, преждевременное накопление танинов в клетках наружной эпидермы наружного интегумента, иное строение клеток плацентарного обтуратора. В некоторых сохраняющихся зародышевых мешках таких семязачатков яйцеклетка и синергиды проявляют способность к апомиксису (партеногенез, синергидная апогаметия), при этом вхождение пыльцевых трубок в зародышевые мешки не обнаружено. Возникшие апомиктические зародыши до конца не развиваются и гибнут на ранних стадиях развития по мере

деструкции тканей aberrантных семян. Aberrантные семена постепенно дегенерируют, создавая пространство для развития оставшихся семян [20].

Признаками, важными для диагностики aberrантных семязачатков, могут быть не только отклонения в их строении и развитии, но и специфика метаболизма в отдельных тканях. По мнению ряда авторов [38], только один фактор — характер транспорта метаболитов в семязачатке — лежит в основе стерилизации семязачатков. В aberrантных семязачатках еще до оплодотворения клетки халазы, интегументов, нуцеллуса и гипостазы приобретают мощные каллозные оболочки, что приводит к изменению путей транспорта веществ в семязачатке. Задержка лизиса клеток в апикальной части нуцеллуса препятствует проникновению пыльцевых трубок в зародышевый мешок видов семейств Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae, Rosaceae, Solanaceae [7, 8, 13–15, 27, 29, 65]. На основании проведенных исследований был предложен экспресс-тест для выявления таких семязачатков: свечение каллозы (Fabaceae, Solanaceae и др.) [65]. В aberrантных семязачатках отложение каллозы начинается в халазальной области и обнаруживается затем в интегументе, нуцеллусе и вокруг зародышевого мешка. Данные по аккумуляции каллозы в aberrантных семязачатках, особенно в клетках гипостазы (в сочетании с преждевременной лигнификацией ее клеточных оболочек), свидетельствуют о том, что каллоза функционирует как молекулярный фильтр, препятствующий потоку веществ в зародышевый мешок [29, 65].

Однако исследования семязачатка перед оплодотворением у ряда видов не выявили наличие связи между свечением каллозы и стерильностью семязачатков. Флуоресценция каллозы была обнаружена в нуцеллусе *Oenothera hookeri* и *O. brevistylis* (Onagraceae), причем в местах интенсивных клеточных делений на ранних стадиях развития семязачатка. Кроме того, сильное свечение в халазе было обусловлено не каллозными, а лигнифицированными оболочками. Специфического свечения на каллозу не было обнаружено даже в стерильных семязачатках мутантного растения *O. brevistylis*. В семязачатках *Capsella bursa-pastoris* и *Sisymbrium loselii* (Brassicaceae) тест на каллозу был положительным лишь в микропиларной части, но это не было связано ни с подготовкой семязачатка к оплодотворению, ни со стерильностью. На основании гистохимического исследования были предложены реакции для диагностики фертильных и стерильных семязачатков: реакции на пектиновые вещества, кислые



полисахариды, кислую фосфатазу, липиды и ионы кальция в области микропиле перед оплодотворением [31–33].

Изучение передвижения уранина у *Prunus dulcis* (Rosaceae) после опыления показало, что проникновение этого красителя в abortивные семязачатки блокируется в области халазы, где оканчивается фуникулярный проводящий пучок и часть его ответвляется в наружный интегумент. В фертильных семязачатках уранин продолжает поступать во все ткани семязачатка [55].

Клетки эндотелия интегумента характеризуются признаками пердаточных клеток, участвуя в переносе веществ в зародышевый мешок. Аномалии в его строении (увеличение числа слоев и гипертрофия клеток) связаны с нарушениями в метаболизме этой ткани. У ряда представителей рода *Datura* (Solanaceae) при несовместимых скрещиваниях происходит пролиферация клеток эндотелия, что в дальнейшем приводит к гибели гибридных зародышей и абортации семян (соматопластическая стерильность). Обнаружено, что в разросшихся клетках эндотелия накапливаются вещества, являющиеся ингибиторами роста [56, 57].

### 5.3. ВОЗМОЖНЫЕ ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ АБЕРРАНТНЫХ СЕМЯЗАЧАТКОВ И СЕМЯН

Анализ литературы свидетельствует о том, что аномалии в ходе развития семязачатка могут быть вызваны различными факторами: морфогенетическими, генетическими, физиологическими, антропогенными, экологическими. Одна из причин связана с положением семязачатков в завязи. В этом случае оплодотворение первого семязачатка и начало развития семени в многосемянных плодах приводит, возможно, к перераспределению в поступлении питательных веществ. Как показало экспериментальное исследование поглощения  $C^{14}$ -сахарозы в условиях *in vitro* и влияния гормонов на соцветия *in vivo*, недоразвитие семязачатков в нижней части завязи у *Pongamia pinnata* из сем. Fabaceae связано с ингибирующим действием ростовых гормонов на растение после того, как произойдет оплодотворение верхних семязачатков. 2–3-семянная завязь становится односемянной, при этом формирующееся семя заполняет все пространство плода [23]. Подобное, вероятно, имеет место и у других растений (например, у *Quercus gambelii*, Fagaceae [18, 49] и *Trapa natans*, Trapaeeae [17,

63]), когда формируется односемянный ценокарпный плод. У ряда других представителей сем. Fabaceae abortированные семязачатки можно обнаружить в различных частях завязи: в базальной части [25], ближе к столбику [42] или на концах завязи [44]. Остановка в развитии зерновок сразу же после опыления может быть вызвана снижением поступления растворимых сахаров в завязь (*Zea mays*, Poaceae [46]). У пшеницы (сорт Capelle Desprez) под влиянием длительной высокой температуры и дефицита влаги в почве во время цветения происходит снижение веса тысячи зерновок, что, по мнению авторов, обусловлено увеличением скорости накопления веществ в семени и уменьшением времени их аккумуляции. При этом снижается способность таких зерновок к прорастанию [43].

При изучении трех генотипов *Ulmus minor* (Ulmaceae), представляющих собой клоны из разных областей Испании, было выявлено, что в норме (генотип P-VV1) семена развиваются без отклонений и запасные вещества накапливаются в клетках зародыша [45]. У растений генотипов V-JR1 и M-SF1 обнаружены аномалии при формировании эндосперма, отсутствие запасных веществ в зародыше, что приводит к его гибели (у генотипа V-JR1 нарушения начинаются после стадии глобулярного зародыша, а у генотипа M-SF1 — после сердечковидной стадии), при этом в клетках эндосперма очень рано начинают откладываться ШИК-положительные гранулы.

Воспроизведение нового организма и размножение у растений, изменение соотношения аллометрических параметров их структур [51], а также репродуктивный успех в целом реализуются посредством эмбриональных процессов через системы скрещивания: аллогамия, автогамия. Высказано предположение, что эти различия сопряжены с определенными энергетическими затратами на опыление. Эти затраты на опыление одного цветка получили название «соотношение пыльцевых зерен и семязачатков» (англ. *pollen-ovule ratio* — *P/O*). Анализ 86 видов различных цветковых растений показал, что самое низкое значение *P/O* на один цветок (линейная зависимость) характерно для клейстогамных растений (4.7). Этот показатель увеличивается в направлении: облигатные автогамы (27.7) → факультативные автогамы (168.5) → факультативные аллогамы (796.6) → облигатные аллогамы (5859.2). В логарифмической зависимости значение показателя в этом ряду изменяется от 0.65 до 3.65 [34–36].

Определение коэффициента *P/O* становится необходимым элементом стратегии исследований в области репродуктивной биологии.

В связи с выявлением факторов, обуславливающих низкую семенную продуктивность у тропических лиан *Combretum farinosum* и *C. fruticosum* (Combretaceae), было показано, что для этих растений характерна самонесовместимость. Они являются перекрестноопыляемыми, о чем свидетельствует высокое значение коэффициента  $P/O$  (4569.9). Независимо от активности опылителей степень ауткроссинга у них довольно низкая [26, 58]. У 6 тропических видов *Rhododendron* (Ericaceae), произрастающих в Южном Китае, семена при самоопылении не завязываются или их образуется очень мало. Для них характерны величины  $P/O$ , сравнимые с показателем  $P/O$  многих автогамных растений. Число формирующихся семян лимитировано количеством пыльцы. В случае дополнительного искусственного опыления, когда число пыльцевых зерен (пыльца тетрадная и склеена висциновыми нитями) на семязачаток сильно возрастает, семена образуются, причем их больше всего у растений *R. simiarum* с наиболее высоким показателем  $P/O$  (1343). У видов с самым низким значением  $P/O$  (176 у *R. simsii* и 179 у *R. farrerae*) даже при перекрестном опылении величина реальной семенной продуктивности очень низкая. Эти виды отличаются самыми маленькими цветками и самым низким производством нектара [50].

В популяциях растений, особенно многолетних и опыляющихся исключительно перекрестно, накапливается «генетический груз» (рецессивные летальные мутации), что понижает общую жизнеспособность популяции. При конкуренции между семязачатками и плодами дегенерируют, прежде всего, семена с «вредными» мутациями, которые проявляются на ранних этапах онтогенеза [30]. Аномалии в развитии генеративных органов, в том числе и семязачатков, у некоторых видов рода *Medicago*, Fabaceae [15], а также *Paeonia majko* [6] и *P. lactiflora*, Paeoniaceae [19, 20] рассматриваются как результат гибридного происхождения этих растений.

О влиянии антропоэкологических факторов на образование aberrантных семязачатков свидетельствуют эксперименты с *Capsicum annuum* (Solanaceae). Оказалось, что при недостатке пыльцы во время цветения завязывается много плодов. Однако в них образуется значительное число абортивных семязачатков и семян. При дополнительном опылении число оплодотворенных семязачатков возрастает, но при этом происходит абортирование плодов, развивающихся вслед за первым [47].

Как уже было отмечено, наличие aberrантных семязачатков в завязи приводит к снижению реальной семенной продуктивности.

При изучении гетероспермии у *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae) было выявлено, что морфогенез семязачатков и семян в одном плоде характеризуется асинхронностью [3]. В процессе их развития выявлены различные аномалии: деструкция всего семязачатка или его отдельных структур на разных стадиях формирования; полная дегенерация зародышевых мешков на ядерной стадии развития; разрушение элементов зрелых зародышевых мешков; нарушения в образовании клеток при формировании эндосперма. Кроме того, выявлено длительное сохранение обеих синергид, отсутствие деления зиготы и образование синергидных зародышей, когда эндосперм был уже почти сформирован. Все рассмотренные явления приводят к гетерогенности семян [1, 2]. В плодах *V. myrtillus*, собранных в период диссеминации, семена (около 100 в одном плоде) различаются по форме, размерам, цвету, наличию или отсутствию зародыша, а также степени формирования зародыша, эндосперма и семенной кожуры. Условно семена можно разделить на три фракции: крупная, средняя и мелкая. Количество семян в каждой из них варьирует в зависимости от места произрастания и года сбора материала. По данным Анисимовой, для Ленинградской обл. (Кировский р-н) соотношение крупных, средних и мелких семян в плоде составило 38.3 : 56.6 : 5.1 (1997 г.) и 33.6 : 45.7 : 20.7 (2004 г.). Исследование показало, что большинство выполненных семян крупной фракции сформировались после нормального прохождения двойного оплодотворения. Семена средней фракции характеризуются разного рода нарушениями в процессе опыления и оплодотворения. В семенах мелкой фракции процессы дегенерации эмбриональных структур произошли еще до оплодотворения. Таким образом, только семена крупной фракции, имеющие нормально развитые зародыш и эндосперм, способны дать проростки. Большинство семян средней и мелкой фракций являются аберрантными, находящимися на разных стадиях дегенерации. Однако среди крупных и средних семян были обнаружены семена с недоразвитым глобулярным зародышем и сформированным эндоспермом с эндоспермальной полостью. Известно, что у видов растений с доразвитием (Paeoniaceae, Ranunculaceae) с глобулярной стадии развития вокруг зародыша в результате лизиса клеток эндосперма в центре образуется эндоспермальная полость. Эта полость становится более выраженной на момент опадения семени [5, 20]. Можно предположить, что семена черники с глобулярным зародышем и эндоспермальной полостью образуют

почвенный банк семян, доразвитие и прорастание которых произойдет не в год созревания, а позже.

Для *Rhododendron schlippenbachii* и *R. luteum*, относящихся как и *Vaccinium myrtillus* к сем. Ericaceae, характерна гетероспермия. В зрелых плодах семена можно разделить на 3 фракции. Семена крупной фракции, как правило, выполнены, микропилярный и халазальный полюса хорошо выражены. Семена средней фракции имеют меньшие размеры, часто деформированы и уплощены. Семена мелкой фракции — пылевидные, их форма соответствует остановившимся в развитии семязачаткам. У семян средней и, особенно, мелкой фракций *R. luteum* часто отсутствует крыловидная кайма, которая имеется у крупных семян этого вида. Семена крупной фракции, как правило, содержат крупный зародыш и эндосперм с эндоспермальной полостью. В семенах средней фракции эндосперм обычно не полностью сформирован, а зародыш часто отсутствует. Мелкие семена представлены в основном сохранившимися клетками интегумента и халазы с утолщенными оболочками, без признаков развития эмбриональных структур. Отмечены аномалии в ходе развития (обычно зародыши останавливаются на стадии зиготы), приводящие к снижению числа полноценных семян крупной фракции: 1. Клетки интегумента вокруг микропилярного эндоспермального гаустория, а также клетки гипостазы приобретают утолщенные оболочки; 2. В слоях интегументальной паренхимы наблюдается преждевременная деструкция клеток, происходит утолщение оболочек некоторых клеток паренхимы интегумента, а также гипостазы; 3. Интегументальный тапетум не формируется, оболочки клеток гипостазы и клеток вокруг гаусториев эндосперма утолщены; 4. Отсутствие эндоспермальной полости. В естественных условиях (Приморский край) в каждом плоде *R. schlippenbachii* 50–175 семян, наиболее выполненные семена находятся в средней части коробочки, а по положению в кроне — в средней части. При интродукции (ботанические сады Санкт-Петербурга) число семян в плоде составляет 46–265. Доля крупных семян составляет в среднем 17% (их прорастание — 89%), средних — 37%, мелких — 46%. У *R. luteum* распределение семян по фракциям следующее: крупных 45% (прорастание 85%), средних 13%, мелких 42% [4].

У *Rhododendron schlippenbachii*, *R. luteum* видов и *V. myrtillus* семена средней и мелкой фракции сохраняются в зрелых плодах и участвуют в процессах диссеминации. В них, а также в части семян крупной фракции в области будущего рубчика со стороны рафе

формируется кольцо клеток удлинённой формы, которые являются секреторными, выполняя, возможно, функцию элайосом. Подобные клетки, представляющие собой удлинённые клетки плацентарного обтуратора, обнаружены в основании рафе зрелого семени *Luzula pedemontana* (Juncaceae). Обычно обтуратор функционирует во время опыления и оплодотворения, а затем разрушается [22]. В последнем случае клетки сохраняющегося обтуратора также выполняют функцию элайосом.

Виды *Symphytum*, интродуцированные из природной флоры, используются в народном хозяйстве как кормовые, медоносные, лекарственные, пищевые и декоративные растения. Однако введение растений в культуру сдерживается рядом причин: неодновременностью созревания плодов, их осыпаемостью, а также низкой семенной продуктивностью. Выявлена взаимосвязь между семенной продуктивностью и строением семязачатков на разных стадиях развития. Выявлены 4 группы семязачатков: 1 группа — фертильные оплодотворённые семязачатки, развивающиеся в семена; 2 группа — фертильные оплодотворённые семязачатки, но дегенерирующие вследствие нарушений эмбриогенеза и эндоспермогенеза; 3 группа — фертильные неоплодотворённые семязачатки с нарушениями процесса опыления и отсутствием оплодотворения; 4 группа — стерильные семязачатки, в которых обнаружена дегенерация археспориальных клеток, мегаспор, образование зародышевых мешков меньших размеров до опыления, а также слабое развитие нуцеллуса. Соотношение групп семязачатков различается у исследованных видов. В расчёте на побег потенциальная семенная продуктивность — 1787.6 (*S. officinale*), 1749.2 (*S. asperum*), 1672.8 (*S. carpaticum*), 984,4 (*S. tanaicense*), реальная семенная продуктивность — 330.7 (*S. officinale*), 42.7 (*S. asperum*), 366.3 (*S. carpaticum*), 199.8 (*S. tanaicense*). Однако коэффициент продуктивности у большинства видов оказался примерно одинаковым (кроме *S. asperum*) и составил 18.5 (*S. officinale*), 2.4 (*S. asperum*), 21.9 (*S. carpaticum*), 20.3 (*S. tanaicense*) [12]. Таким образом, благодаря высокому потенциалу плодovitости видов, даже при умеренном коэффициенте продуктивности, в конечном счёте, образуется большое количество полноценных семян, что даёт возможность организации практического семеноводства видов *Symphytum*.

Феномен образования aberrантных семязачатков и семян имеет широкое распространение. Такие семязачатки и семена встречаются преимущественно в многосемянных плодах и часто обнаруживаются

у растений, плоды которых расселяются с помощью воды, ветра или животных. При этом уменьшается вес плодов, а в ряде случаев, как например у *Eucalyptus woodwardii* (Myrtaceae), абортируемые семязачатки и семена до конца не разрушаются и вместе с нормальными семенами сохраняют форму плода [22, 38, 59]. У видов *Vicia* (Fabaceae) размер плода коррелирует с общим числом семязачатков в завязи и числом абортируемых семян. Виды с мелкими плодами (*V. hirsuta*, *V. pubescens*) характеризуются небольшими семенами и низкой абортированностью, тогда как у видов с крупными плодами (*V. lutea*, *V. sativa*) наблюдается обратная зависимость [53]. Появление абортивных семязачатков, обусловленное перераспределением питательных веществ из дегенерирующих семязачатков в развивающиеся, рассматривают как способ адаптации к расселению и даже как один из элементов жизненной стратегии в крайних условиях существования [37].

#### 5.4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностика aberrantных семязачатков и семян и анализ гетероспермии являются крайне актуальными. Исследования приобретают особое значение в аспекте общей проблемы сохранения биологического разнообразия и в связи с поиском защитных механизмов от воздействия внешних неблагоприятных факторов на репродуктивные структуры и процессы. Выявление признаков-маркеров и разработка экспресс методов для оценки развивающихся семязачатков, особенно к моменту оплодотворения, остаются одной из первостепенных задач при исследовании репродуктивной биологии редких, исчезающих и хозяйственно-ценных видов растений.

#### 5.5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анисимова Г. М. Гетерогенность семян у *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae) // Тр. межд. конф. по анатомии и морфологии растений. СПб., 1997. С. 8–9.
- [2] Анисимова Г. М. Гетероспермия // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб., Т. 3. 2000. С. 279–286.
- [3] Анисимова Г. М., Шамров И. И., Яковлева О. В. Семязачаток, семя и гетероспермия у *Vaccinium myrtillus* L. (Ericaceae) // Ботан. журн. 2005. 90(10): 1499–1516.



- [4] *Бабро А. А., Шамров И. И., Анисимова Г. М.* Развитие семени и семенное размножение рододендронов в условиях Санкт-Петербурга // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. 2019. 13: 108–114.
- [5] *Бутузова О. Г.* Особенности формирования семян у *Pulsatilla vulgaris* и *Helleborus niger* (Ranunculaceae) с доразвитием зародыша // Ботан. журн. 2018. 103(3): 313–330. DOI: 10.1134/S0006813618030031.
- [6] *Жгенти Л. П.* Апомиксис у видов рода *Paeonia* // Вестн. Груз. бот. общ-ва АН ГССР. 1978. 7: 113–126.
- [7] *Зимницкая С. А.* Эмбриологические особенности *Trifolium trichocephalum* Vieb. и *Trifolium pannonicum* Jacq. при интродукции на Среднем Урале в связи с низкой семенной продуктивностью: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1992. 20 с.
- [8] *Казачковская Е. Б.* Морфологическое проявление женской стерильности у люцерны // Proc. XI Int. Symp. «Embryology and seed reproduction», Leningrad, 1990. St. Petersburg, 1992. P. 256–257.
- [9] *Капралов М. В., Кутлунина Н. А.* Репродуктивная биология вивипарной камнеломки (*Saxifraga cernua*) на Урале // Ботан. журн. 2005. 90(2): 227–233.
- [10] *Левина Р. Е.* Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы. М., 1981. 96 с.
- [11] *Макрушин Н. М.* Основы гетеросперматологии. М., 1989. 288 с.
- [12] *Найда Н. М.* Семенная продуктивность видов рода *Symphytum* L. (Boagiacae) // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб.: Мир и семья, 2000. Т. 3. С. 262–266.
- [13] *Полушкина Е. Н.* Развитие и строение семяпочки, зародышевого мешка фертильных и стерильных цветков сои: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ашгабат, 1993. 20 с.
- [14] *Огородникова В. Ф.* Морфология семяпочек и зародышевых мешков клевера лугового (*Trifolium pratense*) // Цитология и анатомия культурных растений. 1989. 124: 14–18.
- [15] *Орел Л. И., Константинова Л. Н., Огородникова В. Ф., Вишнякова М. А., Дзюбенко Н. И., Иванов А. И., Казачковская Е. Б.* Отбор растений люцерны с высокой плодовитостью завязей. Методические указания. Л., 1985. 35 с.
- [16] *Савченко М. И.* Об отклонениях в развитии семяпочки некоторых покрытосеменных растений // Ботан. журн. 1959. 44(6): 786–804.
- [17] *Титова Г. Е., Захарова А. А.* Адаптивные возможности и репродуктивная стратегия водноореховых (Tigardaceae) // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб., 2000. Т. 3. С. 451–469.



- [18] Челак В. Р. Особенности опыления, оплодотворения и формирования семян у дуба в связи с плодоношением в дубравах Молдовы // Тез. докл. II (X) съезда РБО «Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков». СПб., 1998. Т. 1. С. 139–140.
- [19] Шамров И. И. Аберрантность семязачатков у *Paeonia lactiflora*: диагностика и возможные причины // Мат-лы. научн. конф. «Биологическое разнообразие. Интродукция растений». СПб., 1995. С. 61–62.
- [20] Шамров И. И. Развитие семязачатка и семени у *Paeonia lactiflora* (Paeoniaceae) // Ботан. журн. 1997. 82(6): 24–46.
- [21] Шамров И. И. Транспорт метаболитов и возможные причины образования аберрантных семязачатков // Ботан. журн. 2005. 90(11): 1651–1675.
- [22] Шамров И. И. Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. М., 2008. 356 с.
- [23] Arathi H. S., Ganeshaiyah K. N., Uma Shaanker R., Hegde S. G. Seed abortion in *Pongamia pinnata* (Fabaceae). — Amer. J. Bot. 1999. 86(5): 659–662.
- [24] Augspurger C. K., Hogan K. P. Wind dispersal of fruits with variable seed number in a tropical tree (*Lonchocarpus pentaphyllus*: Leguminosae). — Amer. J. Bot. 1983. 70(7): 1031–1037.
- [25] Bawa K. S., Webb C. J. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. — Amer. J. Bot. 1984. 71(5): 736–751.
- [26] Bernardello L., Galetto L., Rodriguez I. G. Reproductive biology, variability of nectar features and pollination of *Combretum fruticosum* (Combretaceae) in Argentina. — Bot. J. Linn. Soc. 1994. 114(3): 293–308.
- [27] Bingham E. T., Hawkins-Pfeiffer J. Female sterility in alfalfa due to recessive trait retarding integument development. — Heredity. 1984. 75(3): 231–233.
- [28] Bradley M. V., Crane J. C. Abnormalities in seed development in *Pistacia vera* L. — J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1975. 100: 461–464.
- [29] Briggs C. L., Westoby M., Selkirk P. M., Oldfield R. J. Embryology of early abortion due to limited material resources in *Pisum sativum* L. — Ann. Bot. 1987. 59(5): 611–619.
- [30] Charlesworth D. Why do plants produce so many more ovules than seeds? — Nature. 1989. 338(6210): 21–22.
- [31] Chudzik B., Śnieżko R. Testing the fertility in ovules of *Oenothera hookeri*, *Oe. brevistylis*-female sterile form, *Capsella bursa-pastoris* and *Sisymbrium loeselii* by induction of callose fluorescence. — Bull. Pol. Acad. Sci. Biol. Sci. 1997. 45(2–4): 283–288.

- [32] Chudzik B., Śnieżko R. Histochemical features signaling receptivity of ovules of *Oenothera hookeri* de Vries and *Oe. mut. brevistylis* — Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. 1999. 41: 119–129.
- [33] Chudzik B., Śnieżko R. Calcium ion presence as trait of receptivity in tenuinucellar ovules of *Galanthus nivalis* L. — Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. 2003. 45(1): 133–141.
- [34] Cruden R. W. Intraspecific variation in pollen-ovule ratios and nectar secretion — preliminary evidence of ecotypic adaptation. — Ann. Missouri Bot. Gard. 1976a. 63(2): 277–289.
- [35] Cruden R. W. Fecundity as a function of nectar production and pollen-ovule ratios. — In: Variation, breeding and conservation of tropical forest trees / Ed. Burley J. New York: Academic Press. 1976b. P. 171–178.
- [36] Cruden R. W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. — Evolution. 1977. 31(1): 32–46.
- [37] Erdelská O. Successive tissue degeneration in unfertilized ovules of *Daphne arbuscula*. — Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. 1999. 41: 163–167.
- [38] Ganeshiaiah K. N., Uma Shaanker R. 1992. Frequency distribution of seed number per fruit in plants: a consequence of the self-organizing process? — Curr. Sci. (India). 62(4): 359–365.
- [39] Grundwag M., Fahn A. The relation of embryology to the low seed set in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). — Phytomorphology. 1969. 19(3): 225–235.
- [40] Guth C. J., Weller S. G. Pollination, fertilization and ovule abortion in *Oxalis magnifica*. — Amer. J. Bot. 1986. 73(2): 246–253.
- [41] Hall I. V., Aalders L. E., Wood G. W. Female sterility in the common lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* Ait. — Can. J. Gen. Cytol. 1966. 7: 296–299.
- [42] Horovitz A., Meiri L., Beiles A. Effects of ovule position in fabaceous flowers on seed set and outcrossing rates. — Bot. Gaz. 1976. 137(3): 250–254.
- [43] Jäger K., Fábíán A., Barnabás B. Effect of heat stress and water deficit on embryo development in wheat (*Triticum aestivum* L.). — In: Book of Abstr. XIXth Int. Congr. on sexual plant repr. Hungary, Budapest. 2006. P. 74–75.
- [44] Link A. J. The morphological development of the fruit of *Pisum sativum* var. Alaska. — Phytomorphology. 1961. 11(1): 79–84.
- [45] López-Almansa J. C., Yeung E. C., Gil L. Abortive seed development in *Ulmus minor* (Ulmaceae). — Bot. J. Linn. Soc. 2004. 145: 455–467.
- [46] Mäkelä P., McLaughlin J. E., Boyer J. S. Imaging and quantifying carbohydrate transport to the developing ovaries of maize. — Ann. Bot. 2005. 96(5): 939–949.

- [47] *Marcelis L. F. M., Baan Hofman-Eijer L. R.* Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annum* L. — *Ann. Bot.* 1997. 79(6): 687–693.
- [48] *Mikesell J.* Anatomy of terminal haustoria in the ovule of plantain (*Plantago major* L.) with taxonomic comparison to other angiosperm taxa. — *Bot. Gaz.* 1990. 151(4): 452–464.
- [49] *Mogensen H. L.* Ovule abortion in *Quercus* (Fagaceae). — *Amer. J. Bot.* 1975. 62(2): 160–165.
- [50] *Ng S. C., Corlett R. T.* Comparative reproductive biology of the six species *Rhododendron* (Ericaceae) in Hong Kong, South China. — *Can. J. Bot.* 2000. 78(2): 221–229.
- [51] *Niklas K. J.* Plant allometry: is there a grand unifying theory? — *Biol. Rev.* 2004. 79(4): 871–889.
- [52] *Noren C. O.* Zur Kenntnis der Entwicklung von *Saxegothea conspicua* Lindl. — *Svensk Bot. Tidskr.* 1908. 2: 101–122.
- [53] *Ortega-Olivencia A., Devesa J. A.* Seed set and germination in some wild species of *Vicia* from SW Europe (Spain). — *Nord. J. Bot.* 1997. 17(6): 639–648.
- [54] *Palser B. F., Rouse J. L., Williams E. G.* Aberrant ovules and megagametophytes in *Rhododendron nuttallii* (Ericaceae). — *Bot. Gaz.* 1990. 151(1): 73–87.
- [55] *Pimienta E., Polito V. S.* Ovule abortion in «Nonpareil» almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D. A. Webb). — *Amer. J. Bot.* 1982. 69(6): 913–920.
- [56] *Rietsema J., Satina S., Blakeslee A. F.* On the nature of embryo inhibitor in ovular tumors of *Datura*. — *Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.* 1954. 40: 424–431.
- [57] *Satina S., Rappaport J., Blakeslee A. F.* Ovular tumors connected with incompatible crosses in *Datura*. — *Amer. J. Bot.* 1950. 37: 576–586.
- [58] *Schemske D. W.* Floral ecology and humming bird pollination of *Combretum farinosum* in Costa Rica. — *Biotropica.* 1980. 12(3): 169–181.
- [59] *Sedgley M.* Ovule and seed development in *Eucalyptus woodwardii* Maiden (Symphyomyrtus). — *Bot. Gaz.* 1989. 150(3): 271–280.
- [60] *Shamrov I. I., Anisimova G. M.* Developmental abnormalities during ovule and seed formation in *Vaccinium myrtillus* L. (Ericaceae) under industrial pollution. — В сб.: *Мат-лы IV Міжнар. наук. конфер. «Промислова ботаніка: стан та і перспективи розвитку».* Донецьк. Україна. 2003. С. 169–171.
- [61] *Shuraki Y. D., Sedgley M.* Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. — *Austr. J. Bot.* 1996. 44(1): 35–45.
- [62] *Steyn E. M. A., Robbertse P. J., Smith D.* An anatomical study of ovary-to-cuke development in consistently low-producing trees of the «Fuerte»

- avocado (*Persea americana* Mill.) with special reference to seed abortion. — Sex. Plant Reprod. 1993. 6(1): 87–97.
- [63] *Titova G. E., Shamrov I. I., Zakharova A. A.* Ovule and seed development in *Trapa natans* L. in connection with the specific embryo sac structure, absence of endosperm and pseudomonocotyly. — Bull. Polish. Acad. Sci. 1997. 45(2–4): 81–92.
- [64] *Tukey H. B.* Embryo abortion in early-ripening varieties of *Prunus avium*. — Bot. Gaz. 1933. 94(3): 433–468.
- [65] *Vishnyakova M. A.* Callose as an indicator of sterile ovules. — Phytomorphology. 1991. 41(3–4): 245–252.

# РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИЕ РЕГИОНЫ СЕВЕРА И АРКТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

Л. В. Ларченко

## 6.1. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Север и Арктика России богаты минерально-сырьевыми ресурсами. Здесь сосредоточено 2/3 ресурсного потенциала страны, в том числе более половины леса, рыбы, пушнины; добывается 100% алмазов, 80% золота, свыше 90% природного газа, 75% нефти, которые дают более 60% валютных поступлений. Север занимает более 60% территории страны. Здесь проживает около 8% населения России, но производится около 20% валового внутреннего продукта.

Рассматривая уровень социально-экономического развития регионов Севера и Арктики, необходимо понимать, что они чрезвычайно неоднородны. Северные регионы, в которых идет разработка природных ресурсов, и в особенности углеводородных<sup>1</sup>, имеют свои проблемы и особенности развития, далеко несходные с проблемами тех регионов, где в хозяйственной деятельности отсутствует ресурсная направленность.

К *ресурсодобывающим регионам* мы в данной работе будем относить такие субъекты Российской Федерации, в которых поиск, разведка и разработка полезных ископаемых преобладают в структуре валового регионального продукта, в налоговых поступлениях в региональный бюджет, играют существенную роль в формировании уровня жизни и обеспечении занятости населения.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее речь пойдет преимущественно о нефтегазодобывающих регионах.

Государственное регулирование развития ресурсодобывающих регионов Севера всегда было сложной проблемой из-за сложности самого объекта регулирования, но особенно обострилась проблема с началом перехода к рыночной экономике. Незавершенность проблемы в теоретическом плане, отсутствие собственного опыта развития в рыночных условиях, несовершенство законодательной базы, несогласованность и разрозненность различных кругов, определяющих направление и содержание развития этих регионов и как следствие — отсутствие четкой и ясной долгосрочной политики государства по отношению к северным регионам с механизмами реализации усугубляют проблемы развития. С удовлетворением нужно отметить, что в последние годы предпринимаются значительные усилия государства по развитию российского Севера, в особенности его арктических территорий.

Несмотря на внешнее благополучие, в регионах разработки природных ресурсов существует множество проблем, требующих решения. Особенную остроту эти проблемы получили в нефтегазодобывающих регионах, что связано с двумя группами причин.

Во-первых, неустойчивостью международной рыночной конъюнктуры на добываемое сырье, о чем особенно ярко свидетельствует падение цен на нефть в 2001, 2008, 2014 гг., когда за несколько месяцев цена на нефть падала в несколько раз. А это значит, что поступления в региональные бюджеты падали в такой же пропорции.

Во-вторых, возможностью вертикально-интегрированных компаний (ВИНК) применять различные схемы «оптимизации» налогообложения, что крайне негативно сказывается на формировании регионального бюджета, и является одним из самых эффективных рычагов воздействия на региональные власти и использования их в своих интересах.

В-третьих, усилением моноотраслевого характера хозяйства, основанного на эксплуатации сырьевых ресурсов. Так, в НАО удельный вес нефтедобывающей промышленности в общем объеме промышленного производства составляет 98,6% и имеет тенденцию к увеличению. В перспективе моноотраслевой характер экономики вызовет множество серьезных проблем в развитии региона.

В-четвертых, неизбежным в будущем исчерпании нефтяных ресурсов и уходе добывающих компаний, после чего сырьевые регионы,

скорее всего, будут депрессивными со всеми вытекающими отсюда последствиями. Однако регион начнет испытывать значительные трудности в развитии уже задолго до исчерпания ресурсов на этапе падающей добычи, поскольку определенная выработанность месторождения влечет за собой падение рентабельности добычи и массовую остановку нефтяных скважин.

Вторая группа проблем связана с тем, что в добывающих регионах Севера и Арктики сталкиваются множество интересов, часто диаметрально противоположных. Сложный клубок противоречий прослеживается, прежде всего, во взаимодействии федеральных и региональных государственных органов управления, добывающих компаний (главным образом вертикально интегрированных), коренных малочисленных народов Севера (КМНС). Серьезной проблемой стало ухудшающееся состояние экологии в связи с интенсивным освоением природных ресурсов. Ресурсные регионы Севера в последнее время рассматриваются центральными органами управления исключительно как источник валютных поступлений, пополнения государственного бюджета. Это сформировало по отношению к северным территориям соответствующую региональную политику, в которой краткосрочные выгоды преобладают над долгосрочными. В таких условиях встает объективная необходимость усиления роли государства в развитии добывающих регионов российского Севера.

В России в научной литературе и служебных документах постоянно появляются аргументированные призывы и конкретные предложения по изменению региональной политики на Севере, которые могут быть сведены к следующим моментам: повышение уровня государственного протекционизма; дифференцированный подход в отношении внедрения рыночных механизмов и к формам собственности; отказ в отдельных случаях от строго стоимостных критериев и т. д.

Однако прослеживается некоторая сдержанность и даже противоречивость в отраслевых и региональных разработках, особенно в нормативно-правовых документах. Как представляется, это связано со слабой теоретической проработкой вопроса, касающейся проблемы регионального развития в рыночных условиях, особенно в части развития северных регионов, на территории которых происходит интенсивное освоение природных ресурсов, в первую очередь — углеводородных.

## 6.2. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЕСУРСНЫХ РЕГИОНОВ СЕВЕРА И АРКТИКИ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И РОССИЙСКАЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

По проблеме региональной политики и государственного регулирования ресурсных регионов Севера и Арктики в США, Канаде, странах Северной Европы выполнено немало фундаментальных исследований. Как правило, большинство из данных работ относится к 1970–1990 гг., т. е. периоду, когда указанные проблемы наиболее остро встали перед правительствами этих стран, и возникла актуальная необходимость их разрешения. В них убедительно доказывается необходимость государственной опеки сырьевых отраслей и районов, экологии и среды обитания коренных малочисленных народов Севера [16, 17, 19].

В северных странах управление природными ресурсами, особенно невозобновимыми, как правило, находится под контролем государства. Так, на Аляске более 60% территории штата находится в ведении государства; в Финляндии около 70% территории финской Лапландии также контролируется государством; в Норвегии в трех северных губерниях земли целиком принадлежат государству [1, с. 45].

Роль государства в поддержке северных территорий проявляется в применяемой налоговой системе. Например, налоговая система США в силу учета всевозможных территориальных дифференциаций предполагает, что большая часть лицензионных, рентных, собственно налоговых платежей остается на местах, т. е. на местном уровне средств остается больше, чем забирается в вышестоящие бюджеты [19].

Несмотря на то, что с 1970-х гг. северные страны, следуя неолиберальной концепции развития экономики, сокращали социальные программы, помощь регионам Севера не уменьшалась. Меры по развитию Севера в зарубежных странах постоянно меняются в зависимости от конкретной ситуации, но неизменной остается политика государств, направленная на поддержку регионов Севера и народов их населяющих.

В основе многих противоречий развития северных ресурсодобывающих регионов лежит моноотраслевая направленность экономики. Как показывает мировая практика, сырьевое развитие северных



регионов крайне неустойчиво. Зыбкая рыночная конъюнктура, исчерпание добываемых ресурсов приводили к упадку и даже закрытию десятков ресурсных центров. Выход из ситуации в зарубежных странах видели в комплексном развитии ресурсной территории за счет расширения экономической базы, главным образом, посредством реструктуризации и диверсификации экономики региона.

Надо отметить, что на практике каждая страна решала эту проблему по-своему. На канадском Севере были попытки спасения приходящих в упадок некоторых лабрадорских центров железорудной промышленности, горнопромышленных и лесопромышленных центров в провинциях Альберта и Британская Колумбия, а так же поиск новых источников существования для населения. В комплекс мер по поддержке экономического развития входили: переработка сырья, добываемого в соседних районах; развитие торгово-транспортной деятельности, малого предпринимательства, туризма. Реструктуризация экономики проводилась в Канаде и заранее, когда еще добывающая промышленность была в расцвете, поскольку проблему легче предупредить, нежели впоследствии ее исправлять. В провинции Альберта, которая специализируется на добыче нефти и газа (85% валового продукта), внедрили высокотехнологичные (наукоемкие) производства. Несомненно, везде реструктуризация проводилась при поддержке государства.

На Аляске уже давно созданы и создаются предприятия глубокой переработки нефти (нефтегазохимия). Здесь проблему диверсификации и реструктуризации экономики чаще называют проблемой производства товаров «заменителей импорта», причем под замещением ввоза имеются в виду не только товары, но и услуги. Многоотраслевое хозяйство создано в северных районах Норвегии и Швеции.

Однако по поводу развития многоотраслевого хозяйства на Севере нет единства мнений у ученых. В случае развития непрофильных отраслей и занятий на Севере требуется отход от рыночных критериев. Канадские ученые Д. Д. Гилхрист и Л. В. Сент-Луис на примере северных районов провинции Саскачеван провели анализ проблем реструктуризации, и пришли к такому выводу. Действительно, реструктуризация уменьшает зависимость от ресурсных отраслей и повышает устойчивость экономики. Однако, что важнее для государства — риск узкой специализации при высокой доходности или стабильность, но низкая доходность или даже убыточность? Авторы пришли к следующему заключению — реструктуризация

в сырьевых районах проблема скорее социальная, нежели экономическая [18].

В России есть примеры достаточно широкого развития экономики в ряде районов европейского Севера, на севере Западной Сибири, в Республике Саха (Якутия) и даже Магаданской области, где построен первый на Севере завод по тонкой аффинажной переработке золота.

В нашей стране проблемы определения оптимальной структуры хозяйства на Севере во многом схожи с зарубежными. Первоначальное интенсивное освоение Севера в нашей стране началось в 30-х гг. прошлого века. Север в то время развивался комплексно и гармонично. Стоимостные расчеты и рентабельность игнорировались. Надо сказать, что положительные результаты этого были: например, строительство Норильского никелевого комбината, прокладка Северного морского пути.

В 1950-х гг. политика освоения Севера меняется на более прагматичный подход. Однако до сих пор проблема оптимальной структуры хозяйства в нашей науке разработана недостаточно. Была предпринята попытка смоделировать рациональную экономическую структуру Севера С. Н. Леоновым. Однако ученый подчеркивает, что это можно сделать только в рамках северных отраслей. Правда, он признает, что в перспективе более широкая структура хозяйства возможна, но только в южных районах Севера [8].

Проблема оптимальной структуры хозяйства северных регионов крайне сложная. Советский подход, делавший ставку на комплексное, многоотраслевое развитие северных территорий, игнорировал стоимостные расчеты, рентабельность. С рыночных позиций сложно обосновать комплексное развитие большинства ресурсных регионов страны.

Реструктуризация экономики Севера должна основываться на типологии северных регионов, на что указывают многие современные ученые, занимающиеся проблемами Севера. По мнению Г. А. Аграната, «...проблема структуры хозяйства Севера нуждается в дополнительных и глубоких исследованиях, и не только с экономических, но социальных и экологических позиций. К тому же — с позиций строго дифференцированных по районам Севера, иначе можно серьезно ошибиться. Процесс становления структуры хозяйства и ее рациональный рисунок в северных районах Фенно-Скандинавии совершенно иные, чем на Американском Севере, так же как на Кольском Севере и севере Сибири» [1, с. 41].

Зарубежные страны, столкнувшиеся со структурными экономическими проблемами, использовали специальные региональные фонды наподобие фондов будущих поколений, т. е. имеющие накопительный характер (в различных странах они носят разные названия). Канадский Север может быть примером использования фондов для поисков новых путей развития приходящих в упадок центров добывающей промышленности. Роль этих фондов весьма разноплановая. Одной из основных функций фондов стало содействие развитию новых отраслей хозяйства и занятий, расширению экономической базы территории.

На Аляске в 1976 г. был создан Перманентный фонд, прежде всего с целью создания инвестиционной базы, способной приносить доходы в будущем, когда потоки нефти иссякнут, т. е. для превращения невозобновимого богатства в возобновляемое, а, значит, предназначенное для будущих поколений. Одна из задач фонда — помощь населению и хозяйству в кризисной ситуации. Он сыграл огромную роль при выходе из кризиса 1985–1988 гг., когда цены на нефть резко снизились и 23 тысячи человек остались без работы. Фонд помог пережить это сложное время: субсидировал предприятия, пособия по безработице, помог в борьбе с инфляцией. По последним данным рыночная стоимость Фонда оценивается в 26 млрд долларов, из которых 20 млрд долл. приходится на основной капитал. Примерно 37% активов вложены в акции отечественных предприятий, 16% — в акции международных компаний, 35% — в отечественные облигации, 2% — в зарубежные облигации, 10% — в недвижимость [14, с. 40]. Ежегодные депозитные проценты выплачиваются всему населению Аляски, которые в расчете на одного жителя выросли с 800 долл. в 1980 г. до почти 2 тыс. долл. в 2018 г. Выплата каждый год пересчитывается и зависит от доходов фонда за последние пять лет, а также от числа людей в соответствующем году, которые должны получать деньги.

В 1990 г. в Норвегии был создан Нефтяной фонд, главной целью которого является решение различных макроэкономических проблем, которые могут возникнуть в будущем. Фонд аккумулирует нефтяные доходы и вкладывает их в государственные облигации и акции компаний других стран. Нефтяной фонд был создан, чтобы не «перегреть» экономику в период резко возросших поступлений от добычи нефти. Норвежский фонд во многом использовал опыт Нефтяного фонда Кувейта, который был образован в 1972 г. для обеспечения будущих поколений.

В настоящее время во многих странах основное содержание государственной помощи переносится с прямых мер на косвенные: расширяются исследовательские, технические, социальные и экологические программы. Особое внимание уделяется решению посредством программ таких проблем коренных малочисленных народов Севера, как сохранение их самобытности, среды обитания, традиционных видов хозяйственной деятельности.

В России так же составной частью государственного регулирования на Севере является участие государства в реализации федеральных и региональных целевых программ развития Севера. Вместе с тем использование программного метода играет значительно меньшую роль в развитии северных территорий, нежели за рубежом.

С учетом зарубежного опыта развития северных территорий в основу государственного регулирования ресурсодобывающих территорий российского Севера, как представляется, целесообразно положить следующие основные направления:

- проведение протекционистской политики по отношению к сферам и отраслям, функционирование которых не может осуществляться только на принципах рыночной конкуренции;

- создание специальных фондов и обеспечение перевода в них части доходов от используемого ресурсного потенциала;

- создание условий для проживания и традиционных видов деятельности КМНС, особенно в местах освоения природных ресурсов;

- формирование взаимоотношений регионов с добывающими компаниями на основе устойчивого развития территории; формирование государственной политики в отношении населения и трудовых ресурсов для добывающих территорий — с учетом стадий разработки ресурсов и особенно когда они будут исчерпаны;

- диверсификация и реструктуризация экономики, позволяющие сгладить негативные последствия ее моноотраслевой направленности, включающие в себя формирование новых отраслей в рамках ресурсной базы, создание обрабатывающих отраслей и вспомогательных производств; переориентация центра тяжести с базовых отраслей на наукоемкое, высокотехнологическое производство, расширение сферы обслуживания, управления, информатики.

Структура методов и инструментов, являющихся основными в государственном регулировании развития нефтедобывающих регионов российского Севера представлена на рис. 1.

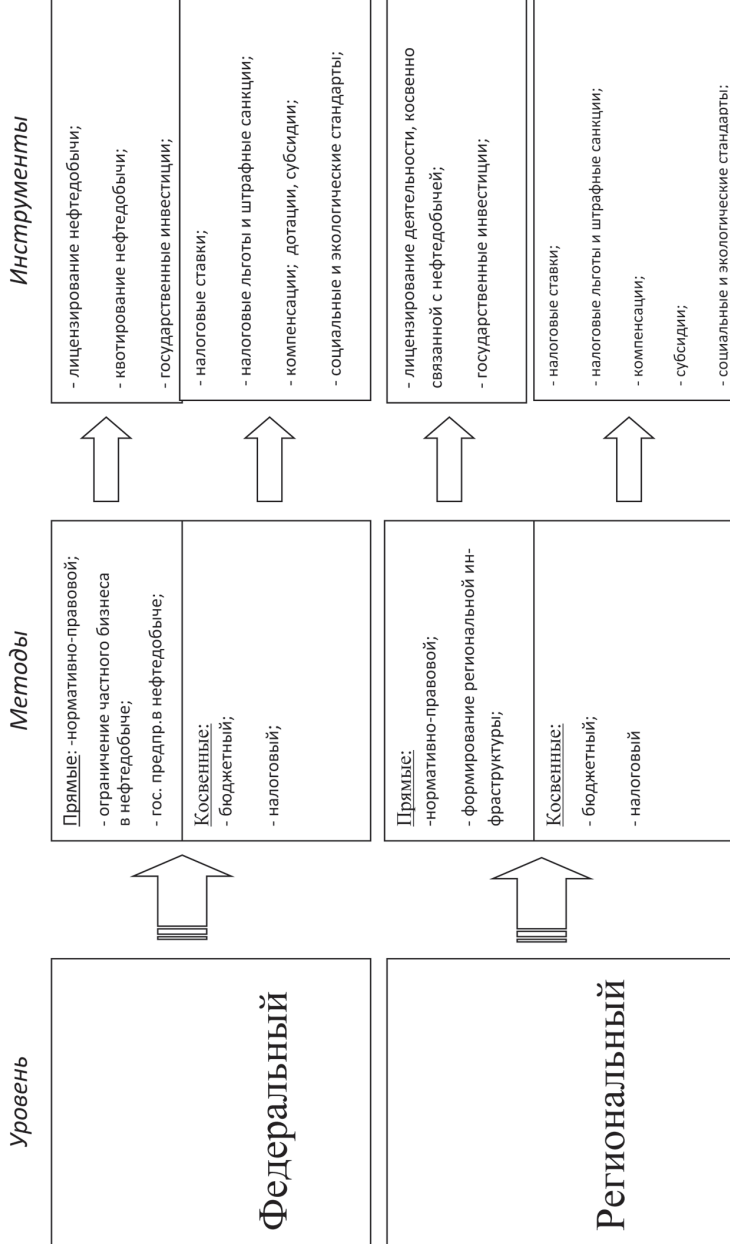


Рис 1. Основные методы и инструменты государственного регулирования развития нефтегазодобывающих регионов Севера и Арктики

В рамках настоящей работы рассматриваются некоторые из наиболее значимых объектов государственного регулирования регионального развития, необходимые для дальнейшего исследования: *отношения прав собственности на природные ресурсы, регулирование процессов развития КМНС.*

**Государственное регулирование прав собственности на природные ресурсы.** Характер отношений прав собственности на природные ресурсы является одной из ключевых проблем устойчивого развития экономики России, затрагивает интересы всего населения страны. Незрелость институциональной системы использования природных ресурсов, в основе которой лежат отношения собственности, тормозит социально-экономическое развитие не только ресурсных регионов, но и страны в целом. В особенности это касается ресурсодобывающих территорий Севера и Арктики, поскольку здесь развитие регионов, в том числе и возможности формирования многоотраслевого хозяйства, во многом зависит от характера отношений прав собственности на природные ресурсы.

Государственное регулирование отношений собственности включает решение следующих задач: разграничение прав собственности на природные ресурсы; формирование соответствующей институциональной структуры, обеспечивающей реализацию отношений собственности; определение экологических, экономических и других ограничений на способы использования природных ресурсов; определение механизма изъятия и перераспределения доходов от эксплуатации природных ресурсов.

Вопросы прав собственности на природные ресурсы в России относятся к числу недостаточно разработанных как в теории, так и в практике применения. Это обусловлено, в первую очередь, произошедшими конституционными преобразованиями в вопросах перехода от единой государственной собственности на природные ресурсы к многообразию форм собственности.

Вопросы собственности на природные ресурсы содержатся во многих трудах зарубежных ученых: А. Смита, Д. Рикардо, Г. Хардина, Г. Демзеца и др. Проблемы рационального использования природных ресурсов в новых условиях функционирования российской экономики анализируются в исследованиях российских ученых-экономистов: В. И. Канова, С. А. Киммельмана, Д. В. Кордас, Д. С. Львова, П. Д. Половинкина и др.

В теоретическом плане можно выделить две основных точки зрения по поводу регулирования отношений прав собственности

на природные ресурсы, это — *дерегулирование* и жесткое и детальное *регулирование*.

Рассмотрим точку зрения, согласно которой необходимо *дерегулирование* и приватизация природных ресурсов. Это так называемая концепция «трагедии общественных владений», выдвинутая в середине 60-х гг. XX в. Г. Хардиным и Г. Демзетцем. Согласно этой концепции природные ресурсы, принадлежащие всем, обречены на уничтожение. Основной вывод концепции: неэффективны все виды собственности на природные ресурсы, кроме частной.

Данный подход широко используется в Российской Федерации сторонниками частной собственности для обоснования необходимости изменения государственной политики в отношении природных ресурсов. При этом основным аргументом выдвигаются такие преимущества частной собственности, как рациональная организация процесса природопользования, максимизация прибыли, внедрение инноваций. Роль государства сводится преимущественно к созданию механизмов защиты прав собственности.

Согласно другой концепции государственного регулирования высокая общественная значимость использования природных ресурсов вызывает необходимость существенного ограничения широкому введению частной собственности и преобладание федеральной государственной частной собственности. Государством должны разрабатываться самые эффективные природные ресурсы, а вся рента изыматься и перераспределяться в интересах всего общества.

Широкий спектр мнений, содержащийся в научной литературе, вызывает необходимость критического осмысления рекомендаций, основанных на зарубежных теориях и практическом опыте. Невозможно ориентироваться на готовые модели развития, опробованные в мировой практике, из-за сложности трансформационных процессов, происходящих в российской экономике.

Как представляется, в России на современном этапе развития отсутствуют благоприятные условия для рационального использования природных ресурсов частными собственниками и уход государства из природно-ресурсного сектора экономики преждевременен. Что касается северных регионов, то здесь эта проблема значительно сложнее. Отношения собственности здесь носят специфический характер, связанный со сложными природно-климатическими условиями Севера и уязвимой северной экосистемой; ответственностью перед будущими поколениями за использование невозобновимых природных

ресурсов; с неразвитостью рыночной инфраструктуры; проблемой функционирования традиционного хозяйства, поскольку места добычи находятся в местах обитания аборигенов; недостаточной экологизацией мышления, как производителей, так и потребителей; глобальным значением Севера как мировой кузницы погоды.

Частная (даже крупная) компания не в состоянии в силу отсутствия достаточных средств осуществлять крупномасштабное геологическое изучение недр, создавать развитую социальную и производственную инфраструктуру, включая энергетические, жилищно-коммунальные, транспортные коммуникации (в том числе и трубопроводы для транспортировки добываемого сырья). К тому же частные недропользователи всегда выступают временщиками, поскольку добываемые природные ресурсы являются невозпроизводимыми ресурсами и в перспективе в связи с исчерпанием запасов добывающие компании покинут сырьевой регион. Таким образом, только государство может решать эти проблемы, ориентируясь не на максимизацию прибыли, а на устойчивое развитие региона в длительном периоде. Не идеализируя современное государство, необходимо добавить, что решение указанных проблем развития ресурсодобывающих регионов российского Севера возможно при условии повышения эффективности государственных институтов и снижения уровня коррупции управления.

Опыт развития северных государств: США (Аляска), Канада, Норвегия, несмотря на определенные различия, указывает на то, что у них имеются общие черты в отношении форм собственности на природные ресурсы и методов регулирования: государственная собственность на большинство рентабельных природных ресурсов; предоставление права пользования на конкурсной основе; обеспечение за счет платежей за природные ресурсы весомой части доходов бюджета и т. д.

В России на особенности отношений прав собственности на природные ресурсы к тому же большое влияние оказывает федеративное устройство. Проблема разграничения государственной собственности на природные ресурсы между федеральным центром и субъектами Федерации играет большую роль, как фактор экономического развития регионов и стабильности Российской Федерации.

Объем получаемых доходов зависит не столько от права собственности на недра, сколько от того, какое право собственности устанавливается на извлекаемые из недр полезные ископаемые. В настоящее время в российском законодательстве нет правового акта о праве



собственности на добытые полезные ископаемые. Согласно закону «О недрах» вопрос о праве собственности на добытые полезные ископаемые решается в лицензии на пользование недрами (ч. 1, ст. 1.2). Вместе с тем, в настоящее время в подавляющем большинстве действующих лицензий не указана форма собственности на добытые полезные ископаемые. Отсюда можно сделать вывод, что недра находятся в собственности государства, однако результаты их эксплуатации приватизированы.

С принятием Земельного кодекса, установившим частную собственность на землю, поднимается вопрос, как соотносятся права на земельные участки с правами на участки недр и обязан ли собственник земельного участка, в недрах которого обнаружено месторождение полезных ископаемых, предоставить этот участок для целей недропользования. Например, в США полезные ископаемые, содержащиеся в недрах, рассматриваются как часть недвижимого имущества — земельного участка.

Влияние значительного количества природных ресурсов на экономическую динамику страны в целом по-разному осмысливается в научной литературе. Следует отметить, что ряд статистических исследований выявили, что обладание значительными природными ресурсами оказало негативное влияние на показатели экономического развития страны в длительном периоде. Исландский ученый Т. Гильфасон показал, что основные причины того, что производство на основе природных ресурсов может сдерживать экономический рост, это: «голландский синдром», отрицательные тенденции в образовании, стремление к извлечению экономической ренты и сырьевая экономическая политика [3].

*Голландским синдромом* названо экономическое явление, когда из-за значительного увеличения добычи и экспорта полезных ископаемых начинает расти курс национальной валюты, что отрицательно сказывается на работе других экспортоориентированных отраслей. Кроме того, из-за резкого роста заработной платы в добывающих отраслях деформируется рынок труда и другие предприятия вынуждены либо терять свои кадры, либо повышать заработную плату своим работникам, что не всегда экономически целесообразно. В российской действительности в добывающих регионах рост доходов в ресурсных отраслях вызывает рост потребительских цен и понижение уровня жизни местного населения, не занятого в сырьевом секторе экономики.

Отрицательные тенденции в области *образования* вызываются менее высокими требованиями добывающих отраслей к уровню квалификации, чем в обрабатывающих, особенно высокотехнологичных.

*Высокий уровень ренты* в добывающей промышленности подрывает экономическую систему, она все более становится паразитирующей на природных ресурсах и теряет свою конкурентоспособность. Кроме того, страны, богатые ресурсами более подвергнуты *коррупции*, поскольку производство сырья связано с предоставлением доступа к ограниченным ресурсам.

Исследования показали, что странам, богатым природными ресурсами, свойственны всевозможные проблемы в области *экономической политики*, причем в большей степени, чем остальным. Изобилие природных ресурсов может порождать ложное чувство защищенности и неограниченных возможностей. В отличие от них страны, не обладающие столь большими запасами природных ресурсов, вынуждены уделять больше внимания научным исследованиям, развитию высокотехнологичных производств и т. д. В результате экономический потенциал добывающих стран растет относительно медленнее, что снижает в конечном итоге конкурентоспособность их экономических систем.

От падения цены на нефть в последние годы пострадали страны, в экономике которых добыча углеводородов играет существенную роль. Серьезно пострадала экономика стран ОПЕК<sup>2</sup>, так в Саудовской Аравии в результате резкого падения нефтяных доходов дефицит бюджета в 2015 г. составил 100 млрд долларов [12].

Таким образом, можно сделать вывод, что богатый природно-ресурсный потенциал сам по себе еще не является фактором устойчивого развития, как региона, так и страны в целом. По-видимому, важно не столько обилие природных ресурсов, сколько качество управления ими.

Многое указывает на то, что Россия не является исключением в этой закономерности. Об этом говорит ряд факторов. В стране происходит деформация структуры народнохозяйственного комплекса, в которой доминирует сырьевой сектор. На долю отраслей ТЭК приходится около 30% объема промышленного производства России,

---

<sup>2</sup> Исключение составляет Бахрейн, сумевший стать финансовым центром стран Персидского залива. Доля финансовых услуг в ВВП Бахрейна больше, чем доходов от продажи нефти.

40–50% федерального бюджета, половина экспорта и валютных поступлений. Размер нефтегазовых доходов в доходах бюджета Российской Федерации колеблется по годам и зависит от мировых цен на нефть (рис. 2).



Рис. 2. Изменение доли нефтегазовых доходов в доходах бюджета Российской Федерации (составлено на основании официальных данных Министерства экономического развития Российской Федерации)

**Регулирование процессов развития КМНС.** Проблемы коренного населения приобрели в последнее время исключительно важное значение. Это объясняется не только повышением значимости Севера в целом, но и ширящимся во всем мире размахом национально-этнических движений, стремлением различных групп населения самоопределить себя как нацию. Основная, но не единственная, цель национально-этнического движения — борьба за политические права, за территорию и ресурсы, т. е. за свои жизненные интересы. Особенно впечатляет рост общественной активности северных аборигенов. На зарубежном Севере возникли десятки общественных организаций, сформированных на этнической основе.

В нашей стране также происходит рост общественного движения северных народов, однако масштабы его значительно слабее, но требования в основном те же.

Ускоренное промышленное освоение территорий традиционного расселения большинства малочисленных народов в России осуще-

ствлялось государством, а потом и частным бизнесом без учета экономических, социальных и экологических последствий и привело к серьезным проблемам. Главная из них — нарушение природной среды обитания многих малочисленных народов и уменьшение площадей, пригодных для ведения традиционного хозяйства.

Для многих малочисленных народов Севера проблема усугубилась тем, что на их территории оказались богатые месторождения природных ресурсов. Это обстоятельство существенно обострило проблему взаимоотношений коренного населения и добывающих предприятий в условиях формирующегося рынка в его практически нерегулируемой форме.

По существу, в настоящее время на российском Севере одновременно существуют мелкотоварный, капиталистический, государственный и патриархальный уклады. Носителями последнего являются малочисленные коренные народы. Проблема состоит в том, как одновременно могут эффективно развиваться все перечисленные экономические уклады. А более точно — как патриархальный уклад может развиваться в рыночных условиях и возможно ли на его основе развитие товарного производства.

В 1960–70-х гг. американцы и канадцы возлагали надежду на максимальное вовлечение представителей КМНС в работу по найму: на транспорт, промышленность, государственную службу. Однако затем выяснилось, что движение только в этом направлении не обеспечивает радикального решения проблемы. В 1980-е гг. больше внимания стало уделяться второму пути — ставке на традиционное хозяйство, по крайней мере, к его расширению и укреплению. При этом возникла новая проблема: занятие только традиционным хозяйством не может обеспечить растущие экономические потребности. Особенно сложно на американском Севере, где отсутствует оленеводство, как отрасль животноводства. Кроме того, несмотря на все усилия, ухудшается экологическая обстановка, что сказывается на возможности охоты, рыболовства и промыслов.

Исследования проблем малочисленных народов в зарубежных странах привели ученых к мнению, что аборигены плохо приспосабливаются к работе по найму, а тем более к предпринимательству. Однако занятость такого рода пока все-таки остается основным путем, по которому идут народы Севера. Так, например, на Аляске для не менее половины населения основным источником существования служит работа по найму. Проблема это серьезная, она служит пред-

метом очень внимательного изучения во всех северных странах. Выводы, которые делают исследователи, говорят о том, что аборигенам нужно создавать особый режим труда и отдыха, обеспечивающие им щадящие условия, частые отъезды домой для встречи с семьей и занятий охотой, промыслами т. д. Больше, чем на год-полтора договора заключать не рекомендуется. К тому же для аборигенов нужны специальные системы подготовки.

Не удалось достичь положительных результатов и с предпринимательством. Многолетние наблюдения американского антрополога и этнографа Нормана Шанса и аляскинского экономиста Т. А. Моурхауза показали экономическую и финансовую несостоятельность местных национальных компаний, которые были созданы благодаря государственной поддержке. Позднее были опубликованы итоги наблюдений за эскимосами северного берега Аляски. Процветающие вначале корпорации коренного населения постепенно приходили в упадок. Более того, многие эскимосские лидеры были изобличены в злоупотреблениях. Безработица достигла больших величин [22].

Даже расширенный самостоятельный контроль над природными богатствами не обеспечивает северным аборигенам экономическое благополучие, поэтому большое значение приобретает государственная помощь. Однако жизнь на «подачках» имеет свою негативную сторону, поскольку вызывает ответное иждивенческое поведение, а этнос в целом начинает деградировать, поскольку с точки зрения жизнеспособности этноса любой народ складывается как народ-производитель. Поэтому для сохранения северных народов как этноса необходимо сохранение его самобытности за счет развития хозяйственной сферы, основанной на традиционных отраслях этих народов в местах их традиционного проживания.

Проблемы малочисленных народов у нас и за рубежом во многом схожи, хотя и имеют различия, вызванные уже различиями государственного устройства.

Для сохранения КМНС как этноса неперенным условием является устойчивое развитие традиционных отраслей хозяйствования. А для этого необходимо решить вопрос собственности на главное средство производства — землю. Мировая практика накопила много вариантов решения данного вопроса.

За рубежом впервые земли были предоставлены аборигенам в исключительное пользование на Аляске в 1971 г. Тогда им было выделено 11 млн га (11% земель штата) и 962 млн долл., которые

необходимо было выплатить в течение 20 лет. В Канаде это было сделано в период с 1975 по 1991 г. в разное время по отношению к различным народам Севера. Кроме того, была одновременно выплачена сумма в 1 млрд. долл. за 14 лет, т. е. по 4 тыс. долл. на человека в год. На Аляске было выплачено несколько меньше — по 700 долларов. В 1981 г. были декларированы небольшие права саами на северные районы в Швеции [1, с. 97].

Что общего в этих соглашениях? Во всех соглашениях прослеживается то, что даются полные права на возобновимые охотничье-промысловые ресурсы, но весьма ограниченные — на невозобновимые, минеральные. При этом аборигены получают часть лицензионных платежей и отчисления от прибыли добывающих компаний.

В дальнейшем прослеживается тенденция еще большего ограничения прав на невозобновимые ресурсы недр. На Аляске с окончанием срока действия договора 1971 г. подвергается сомнению правовая обоснованность передачи недр даже под ограниченный контроль коренного населения. Недра считаются достоянием всего народа, всей страны.

Нужно отметить, что политический и административно-территориальный статус коренных жителей Севера — постоянный объект противоречий и разногласий. В рамках государства, где коренное население представлено небольшим количеством относительно пришлого населения, которое и сделало основной вклад в развитие территории, трудно решить вопрос кому же принадлежат права на землю и ресурсы этих территорий. К тому же проблемой остается вопрос — кого же считать коренным населением. Эта проблема существует и в России. Так, например, в Ненецком автономном округе к ним, очевидно, можно отнести и русское население, живущее в низовьях реки Печоры с XV в.

Проблема регулирования процессов развития КМНС в местах широкомасштабного освоения углеводородных ресурсов крайне сложна, ее разрешение требует участия многих специалистов и практиков. Но решать ее нужно, причем незамедлительно, поскольку речь идет как о судьбе целых этносов, имеющих многовековую историю, так и об экономическом развитии страны.

Очевидно, что устойчивое развитие добывающих регионов российского Севера связано с усилением государственного регулирования, с совершенствованием его методов и подходов, отражающих специфику объекта и учитывающих особенности современного этапа раз-

вития экономики России. Только научный подход, а не стремление обеспечить немедленное поступление доходов от ресурсов Севера на максимально высоком уровне позволит разработать эффективный механизм государственного регулирования развития добывающих регионов Севера.

### **6.3. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АРКТИЧЕСКИХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ**

Исследование проблем социально-экономического развития ресурсодобывающих регионов Севера и Арктики было проведено на примере городов Ноябрьск, Муравленко, Губкинский Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), являющихся центрами добычи углеводородов, в которых сосредоточены основные и обслуживающие предприятия и организации сырьевого сектора экономики.

Ямало-Ненецкий автономный округ является одним из четырех субъектов Федерации, которые полностью относятся к арктической зоне Российской Федерации. Уникальные месторождения углеводородов закрепили за Ямало-Ненецким автономным округом роль крупнейшего поставщика углеводородного сырья на внутренний и мировой рынки. В ЯНАО добывается более 90% производимого в стране газа, что, с одной стороны, сделало округ одним из самых благополучных субъектов Федерации по большинству социально-экономических показателей, с другой стороны, определило особенность структуры хозяйства и территориальной организации производства. Главной особенностью большинства городов ЯНАО является монопрофильная структура хозяйства с доминирующим положением одного или нескольких технологически связанных предприятий сырьевого сектора экономики.

Несмотря на внешнее благополучие положение нефтегазовых регионов, особенно находящихся на Севере, неустойчиво. Преимущественно это связано с двумя моментами: падением цен на сырье, что происходит в периоды мировых экономических кризисов и, во-вторых, истощением сырьевой базы, что неизбежно. Выше мы уже разобрали мировой опыт, который показывает, что результатом является упадок и даже закрытие десятков и сотен ресурсных центров. В России в период последнего экономического кризиса и резкого падения цены на нефть в 2008 г. в рамках антикризисной программы Правительства



Российской Федерации в список проблемных моногородов были включены такие города, как Надым, Новый Уренгой и Ноябрьск, а впоследствии был включен город Муравленко, т. е. города, в структуре производства которых преобладают предприятия сырьевого сектора [10]. Показательно, что в 2009 г. бюджеты анализируемых городов из-за падения цены на углеводороды не добрали существенную часть от ранее намеченных доходов: Муравленко — 15%, Ноябрьск и Губкинский — 12,5% и 13% соответственно.

Необходимо отметить, что до сих пор проблемам и перспективам развития городов ЯНАО, как и другим регионам, ориентированным в развитии на сырьевой нефтегазодобывающий комплекс, не уделялось должного внимания. Преобладает мнение, что в сырьевых регионах все благополучно. Однако и последний мировой кризис, и современное падение цены на нефть, а, следовательно, и газ, еще раз убеждают в том, что моноотраслевое, в данном случае узкосырьевое развитие городов и регионов чревато серьезными осложнениями. В связи с этим неоспоримо актуальны исследования, направленные на проведение анализа проблем социально-экономического развития данных муниципальных образований, что станет научной основой для модернизации инфраструктуры и диверсификации отраслей экономики, развития экономического потенциала и улучшения социально-экономического положения, поскольку проблему легче предупредить, нежели в дальнейшем иметь тяжелые последствия.

Выбранные для проведения исследования города Ноябрьск, Муравленко и Губкинский схожи по условиям своего развития. Все они являются ресурсными центрами по добыче углеводородов и находятся на стадии падающей добычи с естественно снижающейся отдачей углеводородного сырья, с доминирующим положением предприятий сырьевого сектора экономики, куда входят и сервисные компании цикла добыча — первичная переработка — транспортировка углеводородов. В Ноябрьске сырьевой сектор экономики составляют: ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз», ООО «Газпром добыча Ноябрьск»; в Муравленко — ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» филиал «Газпромнефть-Муравленко», в Губкинский — ООО «РН-Пурнефтегаз», ЗАО «Пургаз», ОАО «Губкинский газоперерабатывающий комплекс». В ближайшей перспективе (2020–2025 гг.) в ЯНАО планируется формирование пяти центров нефтегазодобычи: Бованенковский, Тамбейский, Новопортовский, Мессояхинский, Каменномысский, что снизит роль Ноябрьской, Муравленковской и Губкинской групп место-



рождений и окажет негативное воздействие на социально-экономическое развитие рассматриваемых городов [4].

Для проведения анализа проблем развития указанных городов был использован ряд показателей за период 2008–2016 гг.: среднегодовая численность постоянного населения; миграционный прирост, убыль населения; объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами; инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования; среднесписочная численность работников организаций; фонд заработной платы всех работников организаций, т. е. те показатели, которые наиболее объективно характеризуют социально-экономические процессы, происходящие в городах с узкосырьевой направленностью экономики.

Несмотря на то, что доходы нефтегазовой отрасли в бюджет городов не идут, зависимость социально-экономического развития городов Ноябрьск, Муравленко и Губкинский от добывающей нефтегазовой отрасли в первую очередь отражается через финансирование нефтегазовыми предприятиями значимых социальных проектов и численностью населения города, занятого в добыче полезных ископаемых. Например, в городе Губкинский в данной отрасли задействовано 30% населения, в городах Ноябрьск и Муравленко — 18% и 20% соответственно (табл. 1).

В случае снижения, либо прекращения экономической активности ресурсно-ориентированных предприятий без работы и средств к существованию остается от 20% до 30% населения этих городов. Более того, в настоящее время доходы работников нефтегазовой отрасли и их платежеспособность опосредованно влияют не только на доходы работников иных отраслей, но и успешность развития бизнеса, предоставления услуг и торговли.

Как видно из таблицы 1, в указанных городах от 26% до 39% трудоспособного населения занято в бюджетной сфере. Социально-экономическое положение этой группы населения во многом зависит от наполняемости доходной части бюджета. Однако, поскольку наполняемость бюджетной системы во многом связана с доходами нефтегазовой отрасли, любые кризисные явления в ней отражаются на этой группе населения.

Другой особенностью указанных городов является низкая занятость населения в обрабатывающем производстве, а также в сфере оказания услуг и торговли. Численность населения, задействованного

в обрабатывающем производстве, составляет 4–6%, в гостиничном и ресторанном бизнесе — менее 1%, в оптовой и розничной торговле — 1–2%, коммунальные, социальные и персональные услуги предоставляет 4–7% населения. Низкие показатели косвенно указывают на неразвитость обрабатывающего производства, малого и среднего бизнеса, который обычно занимает сферу услуг и торговлю.

Таблица 1

**Среднесписочная численность работников организаций и предприятий в 2016 г., %**

	Ноябрьск	Муравленко	Губкинский
	% от общей численности работников всех организаций		
Добыча полезных ископаемых	18	20	30
Обрабатывающие производства	4	4	6
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	8	9	8
Строительство	7	2	4
Оптовая и розничная торговля; ремонт	2	0,5	1
Гостиницы и рестораны	1	0,5	0,5
Транспорт и связь	17	11	4,5
Финансовая деятельность	2	1	2
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	7	9	11
Бюджетная сфера	29	39	26
Коммунальные услуги	4	4	7
Сельское и лесное хозяйство	1	0	0

*Источник:* составлено на основании официальных статистических данных Росстата.

Все исследуемые города имеют довольно выгодное транспортное положение. Наиболее удачно расположен город Ноябрьск, в котором помимо проходящей автотрассы Сургут — Новый Уренгой имеется железнодорожное сообщение и аэропорт. Наличие транспортных артерий определило то, что в Ноябрьске значительная часть населения

работает в сфере связи и транспорта (17%). Фактор наличия различных транспортных магистралей является конкурентным преимуществом Ноябрьска перед другими муниципальными образованиями и при разумном его использовании может стать одним из важнейших элементов диверсификации экономики города.

Во всех рассматриваемых городах с 2008 г. по 2016 г. наблюдается сокращение численности занятых. В городе Муравленко сокращение числа занятых произошло во всех сферах, кроме финансовой деятельности. Причем наибольшее сокращение произошло на транспорте и строительстве (50% и 48% соответственно), а также в обрабатывающем производстве (34%). В добыче полезных ископаемых число занятых снизилось на 9% по сравнению с 2008 г.

В городе Ноябрьск также зафиксировано уменьшение числа занятых практически во всех отраслях. Наибольшие сокращения затронули обрабатывающее производство — до 55%. В предоставлении услуг в зависимости от направления сокращение составило от 14% до 33%. При этом произошло увеличение числа занятых в государственном управлении и обеспечении безопасности (10%), в финансовой деятельности (21%).

Обращает на себя внимание значительное сокращение во всех исследуемых городах числа занятых в отраслях, обслуживающих ТЭК. Так, например, снижение численности занятых произошло на транспорте, поскольку большинство транспортных компаний оказывает услуги предприятиям нефтегазового сектора. При сокращении объемов производства добывающей промышленности и в условиях отсутствия вновь вводимых в эксплуатацию месторождений, сократились объемы перевозок, что повлекло за собой уменьшение числа занятых в сфере предоставления транспортных услуг.

Анализ статистических данных об отгруженных товарах собственного производства и выполненных собственными силами работах говорит о слабо развитой обрабатывающей промышленности. Доминирующую роль играет добыча полезных ископаемых. Например, в г. Ноябрьск объем добычи полезных ископаемых в общем объеме отгруженных товаров собственного производства и выполненных собственными силами работах составляет 85%, а объем обрабатывающего производства всего 5% (рис. 3). Или другими словами, доля топливной промышленности в общем объеме промышленного производства и произведенных работ составляет 85%. Если же рассматривать относительно только промышленного производства, то эта доля будет значительно выше и будет составлять более 90%.

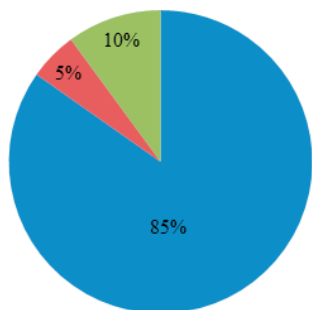


Рис. 3. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами в 2016 г., г. Ноябрьск.

Источник: составлено на основании официальных статистических данных Росстата

- Добыча полезных ископаемых
- Обрабатывающее производство
- Производство и распределение электроэнергии, газа и воды

Общеизвестно, что мировые финансовые кризисы влияют на инвестиционную активность крупных нефтегазовых предприятий. Анализируя инвестиции в основной капитал в период последнего мирового кризиса, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципальных образований в городах Ноябрьск и Губкинский, можно проследить четкую корреляция между инвестициями в основной капитал и ценами на нефть на мировых рынках (рис. 4).

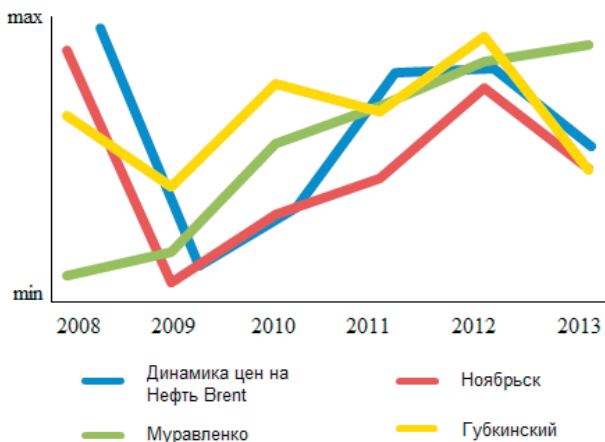


Рис. 4. Динамика инвестиционной активности и динамика цен на нефть

Источник: составлено на основании официальных статистических данных Росстата и данных интернет-источника [23]

Город Муравленко является исключением, здесь произошел рост инвестиций в основной капитал с 2008 по 2013 г. более чем в 5,5 раз. Однако это связано не с улучшением экономической ситуации в городе, а с реорганизацией нефтедобывающей компании ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз», базирующейся в г. Ноябрьск. В 2009 г. из компании был выделен филиал «Муравленковскнефть» (ныне филиал «Газпромнефть-Муравленко») ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз», что и вызвало рост инвестиций в г. Муравленко. Наименьший объем инвестиций во всех городах после 2008 г. был в кризисный 2009 г.

Исследования показали, что инвестиционная активность в монопрофильных городах Ямало-Ненецкого автономного округа, в экономике которых преобладает добыча нефти, газа, газового конденсата, нестабильна и напрямую зависит от состояния рынков углеводородного сырья. Кроме того, на уменьшение инвестиционной активности влияет относительно невысокий в кризисные периоды уровень капитализации работающих в монопрофильных городах отечественных вертикально-интегрированных корпораций.

Одной из проблем городов Арктической зоны Российской Федерации стало снижение численности постоянного населения. Не являются исключением и ряд городов Ямало-Ненецкого автономного округа. Так, например, в период с кризисного 2009 г. по 2016 г. численность постоянного населения города Муравленко снизилась на 11,5%, города Ноябрьск — на 3%. При этом численность постоянного населения г. Губкинский выросла на 15,5%. Рост населения города Губкинский связан с увеличением естественного прироста, в городах Ноябрьск и Муравленко естественный прирост ниже миграционной убыли населения.

В исследуемых городах происходит отток населения. Максимальные показатели зафиксированы в г. Ноябрьск, минимальные — в г. Губкинский. Миграция является не внутрирегиональной, а межрегиональной, то есть население мигрирует за пределы Ямало-Ненецкого автономного округа. В основном убывает молодое население и население трудоспособного возраста, в меньшей степени старше трудоспособного возраста. Анализ показал, что причины оттока населения связаны, прежде всего, с сокращением рабочих мест из-за передислокации нефтегазодобычи в районы месторождений, находящихся на начальной стадии разработки, а так же с целью получения высшего образования. Однако, после получения образования, молодые специалисты, как правило, не возвращаются назад в свои города.

Резюмируя вышеизложенное, можно выделить основные особенности развития городов Ямало-Ненецкого автономного округа, имеющих узкосырьевой характер экономики.

Во-первых, в настоящее время их социально-экономическое развитие напрямую зависит от добывающей нефтегазовой отрасли, которая доминирует в структуре промышленности. Роль обрабатывающего производства незначительна.

Во-вторых, для этих городов характерно, то, что основная часть населения занята в добыче полезных ископаемых и бюджетной сфере, в обрабатывающем производстве и других отраслях занятость населения весьма низкая.

В-третьих, инвестиционная активность нестабильна и зависит от цен на нефть и газ, состояния рынков углеводородного сырья.

В-четвертых, в условиях значительных колебаний рыночной конъюнктуры на углеводородное сырье, мировых и региональных кризисов возрастают риски в отношении устойчивого социально-экономического развития.

На основе проведенных исследований установлено, что основной проблемой социально-экономического развития монопрофильных городов Ямало-Ненецкого автономного округа является узкая специализация экономики, основанная на эксплуатации сырьевых ресурсов. Существующая экономическая структура, при которой доминирует добыча нефти и газа, незначительная роль обрабатывающего производства и остальных отраслей хозяйственной деятельности, где преобладают крупные вертикально-интегрированные добывающие предприятия и не развит малый и средний бизнес, привела к высокой зависимости социально-экономического развития от состояния рынка углеводородов. Дальнейшее экономическое развитие городов находится в прямой зависимости от мировой конъюнктуры на нефтегазовые ресурсы и состояния ресурсной базы углеводородов.

Возникшее в связи с этим отсутствие долгосрочных перспектив роста ограничивает возможности диверсификации экономики городов за счет создания новых видов хозяйственной деятельности. Попытки реализации инвестиционных проектов, в том числе и в нефтегазопереработке, осуществляются не столько с целью диверсификации экономики городов, сколько для компенсации снижения деятельности в сфере нефтегазодобычи. Поэтому требуется новая модель развития монопрофильных городов Ямало-Ненецкого автономного округа, которая основывалась бы не только на добыче нефти и газа. В целях

устойчивого развития необходима реструктуризация экономики городов за счет расширения экономической базы и отраслевой структуры хозяйства. Реструктуризация экономики городов подразумевает появление новых отраслей специализации в рамках имеющейся ресурсной базы, развитие наукоемкого и высокотехнологичного производства, расширение сферы услуг, в т. ч. туризма, транспорта, информатики, связи и т. д. [20, 21]. Иными словами, развитие всего того, что связано с коренной структурной перестройкой экономики в период перехода от индустриального к постиндустриальному информационному обществу и что ведет к повышению сбалансированности отраслевой структуры городов.

#### **6.4. НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ В ХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ И ПАДЕНИЯ ЦЕНЫ НА УГЛЕВОДОРОДЫ**

Нефтегазовый комплекс (НГК) во многом определяет уровень социально-экономического развития северных и арктических регионов, на территории которых осуществляет свою деятельность. Например, в структуре валового регионального продукта Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов добывающая нефтегазовая отрасль занимает не менее 50%, на нее же приходится и основная часть инвестиций. Значительна роль отрасли в развитии социальной сферы, поскольку большинство социально значимых проектов реализуется нефтегазодобывающими предприятиями. Благодаря успешному функционированию добывающей отрасли создаются новые рабочие места, что увеличивает уровень занятости; улучшается демографическая ситуация; повышается уровень жизни местного населения. Немаловажным является создание благоприятной обстановки для развития малого бизнеса, поскольку с повышением платежеспособного спроса населения растет потребность в увеличении производства потребительских товаров и услуг.

Современный кризис, связанный с санкциями и падением цены на нефть, негативно сказался на российской экономике. Однако более всего он затронул нефтегазодобывающие компании и регионы, на территории которых осуществляется разработка месторождений углеводородного сырья, поскольку формирование доходной части региональных бюджетов и состояние социальной сферы во многом зависят от успешности работы нефтегазового комплекса.

В связи с огромным значением НГК в развитии арктических регионов и большой зависимостью добывающих территорий от успешности функционирования отрасли возникла необходимость анализа современной ситуации и выявления проблемных и рискованных зон, а так же попытки наметить направления, если не выхода, то смягчения действия негативных факторов, как в кратко-, так и долгосрочном периоде.

В последнее время определяющими в развитии нефтегазовой отрасли стали снижение цены на нефть, а, следовательно, и газ, и санкции против российских компаний. Секторальные ограничительные меры включают запрет на инвестиции в добычу нефти и газа, на продажу оборудования для работ на шельфе и добычи нефти, на поставки российским нефтегазовым компаниям оборудования и технологий, используемых для освоения месторождений углеводородов на глубоководных участках и арктическом шельфе, а также в сланцевых пластах. И если снижение цены на нефть и газ скажутся на развитие экономики страны в ближайшей перспективе, то влияние санкций по времени преимущественно несколько отсрочено. Таким образом, санкции коснулись самого уязвимого места нефтегазовой отрасли — ее технического оснащения (предоставление технологий и поставки оборудования), сервисных услуг и инвестиций [2].

Особенностью цен на энергоресурсы в 2014–2018 гг. является их высокая волатильность, а слабая эластичность предложения и спроса на углеводородное сырье привела за несколько месяцев к резкому падению цен со 110 до 30–40 долларов за баррель, которые затем несколько поднялись, но так и не достигли первоначального уровня. Несмотря на это, в России продолжается наращивание объемов добычи нефти (рис. 5), так как большинство введенных на сегодня в разработку залежей рентабельны при цене на нефть менее 50 долларов за баррель [5].

Необходимо пояснить, что увеличение объемов добычи нефти достигнуто за счет недавно введенных в разработку месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также увеличения уровней добычи газового конденсата. Некоторый прирост добычи показали месторождения Европейского Севера России и Урало-Поволжской нефтегазовой провинции.

Несмотря на то, что Западная Сибирь остаётся основным нефтегазодобывающим регионом России, здесь на протяжении последних десяти лет наблюдается прогрессирующее падение уровней добычи нефти. Например, в основном нефтедобывающем регионе России —



Ханты-Мансийском автономном округе — Югра, начиная с 2003 г., идет снижение темпов добычи, а с 2008 г. и объемов добычи нефти. В Ямало-Ненецком автономном округе объемы добычи начали снижаться с 2005 г. Годовая добыча нефти в Ямало-Ненецком автономном округе за одиннадцать последних лет сократилась на 50%, в Ханты-Мансийском автономном округе за пять лет на 8%. Можно предположить, что при сложившейся динамике добычи, отсутствии ввода в разработку новых высокодебетных пластов, применения эффективных методов увеличения нефтеотдачи в Ямало-Ненецком автономном округе через десять лет добыча нефти будет на критически низком уровне, что приведет к катастрофическим последствиям для монопрофильных городов, ориентированных в развитии на добычу нефти [7].

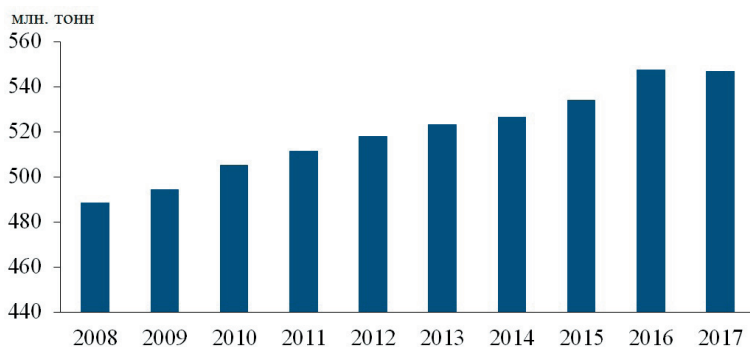


Рис. 5. Динамика добычи жидких углеводородов (нефть и газовый конденсат) России (составлено на основании официальных данных Министерства энергетики Российской Федерации)

Применяемые сегодня в Западной Сибири технологии не позволяют поднять коэффициенты извлечения нефти, а также в промышленных масштабах добывать нефть более глубоких горизонтов (трудноизвлекаемой тяжелой и высоковязкой нефти, сланцевой нефти баженовской свиты). Предполагалось, что извлечение запасов данной нефти (например, из баженовской свиты) должно компенсировать снижение объемов нефти на месторождениях, находящихся на стадии падающей добычи. Однако после введения санкций, запрещающих поставку российским компаниям оборудования и технологий, которые могут быть использованы для добычи нефти из глубоких горизонтов, недропользователи,

работающие на территории Западной Сибири, где сосредоточены основные запасы сланцевой нефти, заявили о приостановке реализации долгосрочных проектов на таких месторождениях [6]. Отсутствие отечественных технологий, применение которых позволило бы сделать добычу нефти из глубоких горизонтов рентабельной, заставляет пользователей недрами отказаться от реализации данных проектов.

Проекты добычи нефти в шельфовой зоне российской Арктики также попадают в зону риска. По данным Министерства энергетики Российской Федерации, ценовой диапазон безубыточной добычи нефти на российском арктическом шельфе находится в пределах от 52 до 81 доллара за баррель [9].

А это значит, что при сохранении в течение длительного время цены ниже указанной и отсутствия возможности привлечь иностранное финансирование реализация арктических проектов становится под угрозу. В случае же увеличения цены нефти до рентабельной, но при отсутствии необходимых современных технологий добыча нефти в шельфовой зоне все равно остается под угрозой (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Влияние падения цены на нефть и введенных санкций  
на разработку нефтяных месторождений арктического шельфа  
и трудноизвлекаемой нефти**

	<b>Низкие цены на нефть (менее 50 долларов за баррель)</b>	<b>Ограничение иностранного финансирования</b>	<b>Секторальные санкции на поставку оборудования и технологий</b>
Трудноизвлекаемая нефть Западной Сибири	Критично. Реализация проектов не возможна без иностранного оборудования и технологий.	Крайне важно. Высокая стоимость реализации проектов. Необходимы иностранные кредиты.	Критично. Рентабельность проектов при цене более 50 долларов за баррель.
Арктический шельф	Критично. Рентабельность шельфовых проектов варьирует от 40 до 100 долларов за баррель.	Критично. Проекты высокзатратные. Необходимы иностранные кредиты и инвестиции.	Критично. Реализация проектов не возможна без иностранного оборудования и технологий.

В краткосрочной перспективе падение цен на нефть не окажет значительного влияния на объёмы её добычи. Снижение курса рубля

относительно доллара компенсирует влияние опустившихся цен, в результате чего рублевые доходы нефтяной отрасли от экспорта нефти практически не изменились. Однако уменьшение стоимости рубля относительно доллара в дальнейшем приведёт к негативным последствиям, поскольку расходы на приобретение импортного оборудования и оказание нефтесервисных услуг увеличатся в разницу курса. В результате в длительном периоде под удар попадают высокозатратные малорентабельные проекты по добыче нефти на арктическом шельфе и трудноизвлекаемой нефти.

Несколько иная обстановка с добычей и поставками газа. По годам она то увеличивается, то уменьшается (рис. 6).



Рис. 6. Поставки российского газа (составлено на основании официальных данных Министерства энергетики Российской Федерации)

В ближайшие десятилетия спрос на энергоносители будет продолжать расти, а вместе с этим, соответственно, будет неуклонно расти и спрос на газ. Недавние исследования подтверждают, что к 2040 г. мировая потребность в газе возрастет примерно на 50%. В то же время добыча газа в Европе сократится приблизительно на 40%. Это означает, что Европе придется импортировать около трех четвертей от необходимого объема трубопроводного газа и СПГ. Для достижения климатических целей, поставленных ЕС, Германия, уже являющаяся крупнейшим потребителем газа в Европе, планирует к 2038 г. поэтапно вывести из эксплуатации все угольные электростанции. Это решение потребует дополнительных поставок газа для достижения

трех ключевых целей ЕС в области энергетики: обеспечение надежного, устойчивого и доступного энергоснабжения. Запасы российского природного газа являются крупнейшими в мире. Эти запасы могут не только восполнить растущий дефицит импорта в Европе, но и обеспечить прямой доступ к этим запасам по очень конкурентоспособной цене. Между тем, вопрос энергоснабжения Европы никогда не был столь геополитически заряжен, как сегодня. Политические интересы и решения, похоже, имеют приоритет над экономическими потребностями и климатическими преимуществами, а главной чертой энергетического сектора стала неопределенность в развитии. Это создает новую сложную динамику на европейском газовом рынке и на состояние газовой отрасли в России.

Произошло снижение спроса на газ на внутреннем рынке. Снижение спроса на российский газ внутри страны обусловлено ростом его цены на внутреннем рынке, низким ростом промышленного производства и спроса на электроэнергию, некоторыми результатами программы энергоэффективности, вводом атомных энергоблоков, а также современных парогазовых установок.

Таким образом, в отличие от нефтедобычи, на развитие которой в большей степени влияют риски, связанные с низкими ценами на нефть, ограничениями иностранного финансирования, секторальными санкциями, газодобыча в первую очередь зависит от спроса на газ и его цены. Снижение объемов добычи газа и доходов добывающих предприятий влияет на их инвестиционную активность, в том числе на инвестиции в геологоразведочные работы, добычу «низконапорного газа», технологии. Это в свою очередь приведет к замедлению развития газовой промышленности и смежных с ней отраслей.

Поскольку на зрелых месторождениях наблюдается падение добыча, то в ближайшем будущем встанет вопрос о широкомасштабной добыче трудноизвлекаемой нефти, например, из баженовской свиты, ачимовской и тюменской толщ [11] (рис. 7).

С разработкой сланцевых запасов медлить нельзя. В России крупнейшим источником нетрадиционных запасов считается баженовская свита, которая находится в центральной части Западной Сибири на глубинах 2–3 тыс. м., т. е. территории довольно освоенной в отличие от Восточной Сибири. При этом нефть месторождения высокого качества — легкая и малосернистая, что облегчает ее переработку.

Отказ от своевременной реорганизации промышленных мощностей, от современных методов разработки месторождений, новейших тех-

нологий приведет к последствиям, которые испытала нефтедобыча в 90-е гг. XX в. Выйти же из кризиса она смогла в начале двухтысячных в результате реорганизации производства и применения более современных технологий, например, методов контроля за разработкой месторождения [11, 13].

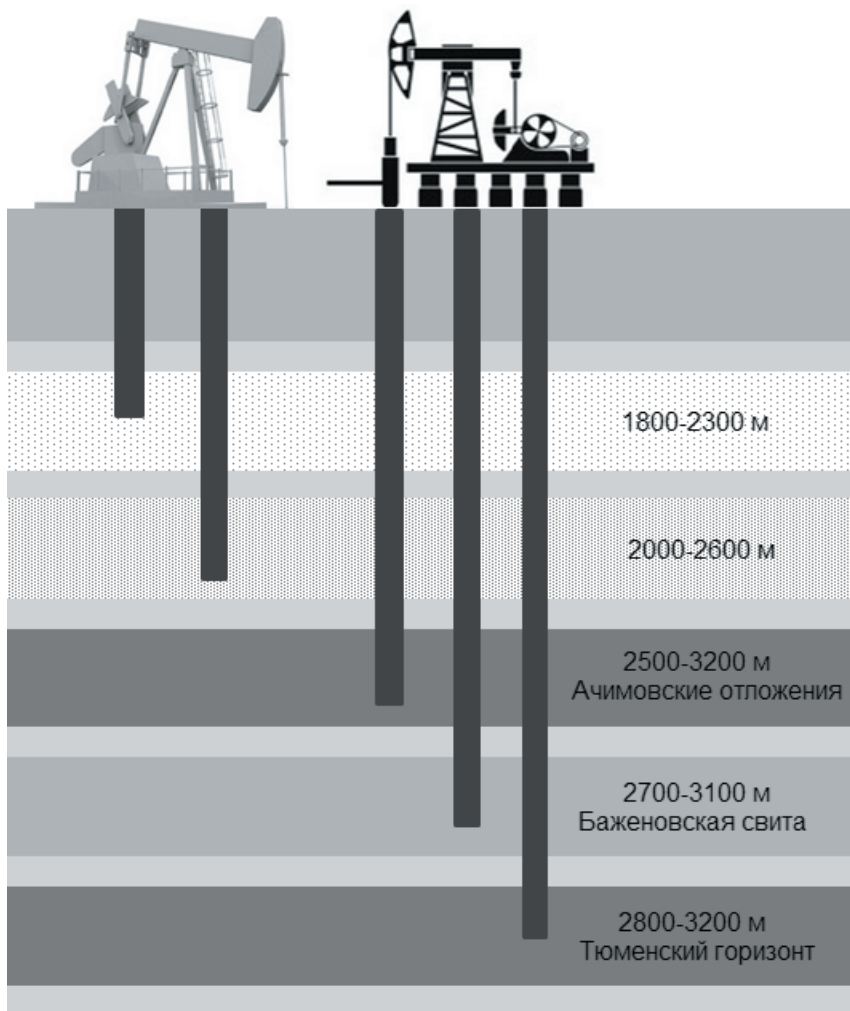


Рис. 7. Схема структуры горизонтов, содержащих нефть в Западной Сибири

Однако переход на новые технологии и разработка нетрадиционных запасов нефти автоматически повлекут за собой изменения и в других областях. Потребуется мощная материальная база и квалифицированные специалисты. Например, для добычи нефти из более глубоких горизонтов понадобится современное оборудование, высококачественные трубы, умение и навыки работы в новых условиях и т. д. Следовательно, отечественной промышленности будет необходим перевод производства на современные технологии. В свою очередь, использование современных технологий требует соответствующего уровня образования специалистов. Таким образом, модернизация промышленных мощностей с целью разработки новых месторождений нефти, находящихся в более сложных геологических условиях, является одним из важнейших приоритетов инновационного развития нефтедобычи.

Обобщая вышеизложенное можно констатировать, что к основным рискам, которые оказывают существенное влияние на развитие современной российской нефтегазодобычи, относятся: слабое инновационное развитие нефтегазовой отрасли, отсутствие современных технологий, необходимых для добычи трудноизвлекаемых ресурсов, секторальные санкции по импорту технологий и оборудования, падение цены на углеводородное сырьё, что снижает инвестиции в нефтегазодобычу и геологоразведку. В меньшей степени, но все же влияют ограничения по привлечению иностранного финансирования проектов российских нефтегазовых компаний.

Современная нефтегазовая добыча достигла такого состояния, когда с целью уменьшения падения уровней добычи, возникает необходимость замещения старых месторождений, применения современных методов для повышения коэффициента извлечения нефти, разработки ресурсов нетрадиционной нефти и низконапорного газа, газового конденсата, активного проведения геологоразведочных работ и освоения новых месторождений на континентальном шельфе, в Восточной Сибири и Дальнем Востоке.

Проблема внедрения инноваций, как в сфере оборудования, так и технологий перед отраслью стоит давно. Однако необходимо отметить, что освоение новых районов добычи, высокая нефтеотдача, создание инфраструктуры для сбора и переработки попутного нефтяного газа и т. д. не есть первоочередная цель недропользователя. Его главная задача — получение максимально возможной прибыли для того, чтобы удовлетворить экономические интересы акционеров компании и инве-

торов. Во многом это одна из первоочередных задач хозяина недр — государства. Поэтому необходима совместная работа и согласование интересов государства, как хозяина недр и недропользователей.

Кроме того необходим постоянный мониторинг рискованных зон, как внутри отрасли, так и в складывающейся конъюнктуре рынков углеводородов и геополитическом положении государства, поскольку проблему легче предупредить, нежели в будущем иметь серьезные нежелательные последствия.

Таким образом, исследование зарубежного опыта развития ресурсных территорий Севера и Арктики, показало, что их развитие не устойчиво и зависит от мировой конъюнктуры на добываемые ресурсы и истощения месторождений. Российская действительность к этим двум факторам неустойчивости развития прибавила еще один фактор — санкции.

## 6.5. ВЫВОДЫ

Несомненно, в развитии ресурсодобывающих регионов российского Севера и Арктики основную роль играет государство. Главной задачей государственного регулирования является нахождение такого варианта развития региона, при котором уже на ранней стадии эксплуатации природных ресурсов предусматривалось бы устойчивое развитие территории, как в условиях неблагоприятной конъюнктуры, истощения природных ресурсов, так и в условиях санкций, что мы и наблюдаем в настоящее время. Для этого необходимо, в первую очередь, уменьшить зависимость социально-экономического развития региона от сырьевой отрасли. Ключевой проблемой ресурсодобывающих регионов Севера и Арктики является сохранение уникальных этносов Севера и их традиционного хозяйства, имеющих многовековую историю. При этом перед государственными органами стоит сложная задача выбора такого варианта развития добывающего региона, который учитывал бы интересы основных субъектов региональной экономики.

## 6.6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Агранат Г. А.* Возможности и реальности освоения Севера: глобальные уроки. М.: ВНИИТИ, 1992. 150 с.
- [2] Влияние санкций на нефтегазовую отрасль России // ТОПНЕФТЕГАЗ (24 февраля 2016 года). <http://topneftegaz.ru/news/view/11026> (дата обращения: 15 июня 2019).

- [3] *Гильфасон Т.* Природа, энергия и экономический рост // Экономический журнал ВШЭ. 2001. № 4. С 459–485.
- [4] Ежегодный доклад Губернатора ЯНАО о положении дел в регионе, 19 ноября 2014 г. // <http://правительство.янао.рф/power/governor/> (дата обращения: 15 мая 2019).
- [5] *Исаин Н. В.* О себестоимости нефти и газа в России [Электронный ресурс] // Академия энергетики. — 2015. № 2. Электрон. версия печат. публ. <http://www.energoacademy.ru/index.php=104> (дата обращения: 01.07.2019).
- [6] *Конторович А. Э.* Глобальные проблемы нефти и газа и новая парадигма развития нефтегазового комплекса России // Наука из первых рук. 2016. Т. 67. № 1. С. 6–17.
- [7] *Ларченко Л. В.* Развитие нефтегазодобывающих регионов Севера в условиях падения цены на нефть // Инновации. 2015. № 7 (201). С. 95–98.
- [8] *Леонов С. Н.* Моделирование региональной структуры территориально-производственных комплексов и промышленных узлов в районах Севера // Прогнозирование развития региональных экономических систем. Ин-т экон. иссл. ДВО АН СССР. Владивосток, 1989. С. 312–324.
- [9] Минэнерго: Добыча нефти в Арктике рентабельна при цене на нефть WTI в 63 доллара [Электронный ресурс: Взгляд. Деловая газета. — Режим доступа: <http://www.vz.ru/news/2015/9/15/766958.html> (дата обращения: 17.02.2019).
- [10] Об утверждении перечня монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов): Распоряжение Правительства РФ от 29.07.2014 № 1398-р // <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 17.02.2019).
- [11] *Рогожа И. В.* Нефтяной комплекс России: государство, бизнес, инновации. М., 2010. 239 с.
- [12] *Сечин И. И.* Доклад на Саммите энергетических компаний Петербургского Международного экономического форума (ПМЭФ-2016) «Мировые рынки углеводородов на развилке: сокращение инвестиций в условиях неопределенности или управление рисками?» (17 июня 2016 года) // <https://www.rosneft.ru/upload/site1/attach/0/03/Vystuplenie.pdf> (дата обращения: 27 мая 2018 г.).
- [13] *Скоробогатов В. А., Сивков С. Н., Данилевский С. А.* Проблемы ресурсного обеспечения добычи природного газа в России до 2050 года // Вести газовой науки. 2013. № 5 (16). С. 4–14.
- [14] *Стейнер Р.* Налогообложение нефтедобычи и использование нефтяной ренты (поучительный опыт американского штата Аляска) // Российский экономический журнал. 2004. № 1. С. 36–49.



- [15] Стратегические интересы субъектов региональной экономики Арктики: анализ и согласование противоречий.
- [16] *Bone R. M.* The geographu of Canadian Norh / Issues and challenge. Toronto, 1992. 284 p.
- [17] *Brown W. S., Thomas C. S.* Diversifying the Alaskan economy: political, social, and economic constraints // JEI: J. of economic iss. — Lincoln (Neb.), 1996.
- [18] *Gilchrist D. D., StLouis L. V.* Directions for diversifications with an applications to Saskatchewan // J. Reg. sience. 1991. № 3. P. 279–289.
- [19] *Knapp G., Morehouse T.* Alaska’s North glope revisited // Polar rec. 1991. № 163. P. 303–312.
- [20] *Larchenko L. V., Kolesnikov R. A.* The Development of the Russian Oil and Gas Industry in Terms of Sanctions and Falling Oil Pric // International Journal of Energy Economics and Policy (IJEEP). Vol 7. No 2 (2017). P. 352–359.
- [21] *Larchenko L. V., Kolesnikov R. A.* Regions of the Russian arctic zone: state and problems at the beginning of the new development stage // International Journal of Engineering and Technology (UAE). T. 7 (3.14 Special Issue 14). P. 369–375. 2018.
- [22] *Morehouse Th. A.* Development in remote regions: What do we know? // Arctic. Calgary. 1992. Vol. 45. N 2. P. 128–144.
- [23] <http://news.yandex.ru/quotes/1006.html>

# ВЕКСИЛЛОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ

В. Л. Мартынов, И. Е. Сазонова

### 7.1. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЕКСИЛЛОЛОГИИ

Флаг — один из главных символов современных государств. С изучения красивых ярких картинок с флагами у многих будущих географов начинался интерес к географии. К сожалению, социально-экономическая (общественная) география исследованиям в области флагов уделяла и уделяет очень небольшое внимание. Исследованиями подобного рода занимается малоизвестная научная дисциплина, которая называется вексиллология. Сам термин «вексиллология» был предложен в 1958 г. американским учёным Уитни Смитом, и наибольшего развития вексиллологические исследования получили в США, где издаётся научная литература по этой тематике, выходят научные журналы и существуют учёные общества вексиллологов, конкурирующие между собой.

Вексиллология обычно понимается как вспомогательная историческая дисциплина, изучающая знамена и флаги. Считается, что вексиллология тесно связана с геральдикой. Это действительно так, но только в отношении того направления вексиллологии, которое занимается изучением знамён, а не флагов. Для географии же интересны главным образом флаги, а не знамёна. Именно флаги представляют собой символы государственного суверенитета [7]. Но направление вексиллологии, изучающее флаги, с геральдикой связано очень слабо, если связано вообще.

Историки, напротив, интересуются в основном знамёна: «историк... имеет дело по большей части не с флагами, а со знамёнами» [2, с. 19]. Если знамёна имеют долгую и сложную историю, начиная от римских «вексиллумов», обозначавших воинские части Рима и его же должностных лиц, то флаги в том виде, в каком мы их понимаем сейчас, появляются только в Новое время.

Знамя, как правило, имеет сложный рисунок, на нём наносятся, а часто даже вышиваются, гербы, надписи, разнообразные геральдические фигуры. Знамёна изготавливаются в небольшом количестве экземпляров, а иногда даже и в одном. Хотя следует отметить, что знамёна «однотипных» объектов (например, воинских частей), составляются по единому шаблону, тем не менее каждое из них уникально и неповторимо. Составление рисунков знамён, как правило, осуществляется исходя из правил геральдической науки. Многие знамёна как прошлого, так и настоящего представляют собой настоящие произведения искусства [6]. Все крупные художественные музеи мира имеют коллекции знамён, одна из крупнейших таких коллекций находится в Эрмитаже [5].

Родиной флагов является Европа — для её небольших государств очевидно было необходимо применение символов, составленных более или менее по одному стандарту и позволяющих разделять «своё» и «чужое». После того, как исчезают рыцари, несшие на своих щитах гербы, а на копьях — знамёна разного размера, появляется потребность в новых символах «пороховой эпохи», которые должны были объединять сражающиеся под этими символами армии и флоты. Именно эту функцию начинают выполнять флаги, представляющее собой чисто европейское изобретение. Флаги в остальных частях света появлялись только по мере проникновения туда европейского влияния и «европейского» же понимания государственной символики.

Если знамёна представляют собой в сущности гербы, выполненные на ткани, то флаги в общем случае — очень простые в исполнении, пригодные к массовому производству в больших количествах полотнища. Флаги в отличие от знамён произведениями искусства не являются, и хранят их разве что в военных музеях. «Свои» флаги там хранятся в доказательство «побед великих предков», «чужие» как дополнительное доказательство таких побед. Безусловно, многие флаги современного мира происходят от средневековых и даже более ранних знамён, но верно и обратное — многие современные знамёна составлены на основе уже существующих флагов. Можно сказать, что знамёна — это «знаки отличия», а флаги — «знаки различия». Отличия знамён от флагов подробно разобраны Г. В. Вилинбаховым [4].

Если при составлении гербов и создаваемых на их основе знамён учитывалось геральдическое значение каждого цвета и фигуры,

то с флагами было скорее наоборот — сначала создавался флаг, а затем уже «разрабатывалась» легенда о том, что означают его цвета. Если на флаге был крест, то в качестве легенды придумывалась история о том, какого святого он олицетворяет. Если полосы — то каково цветовое значение каждой из полос. Если другие знаки — то что они якобы олицетворяют. Законы и правила геральдики для флагов неприменимы.

Для флагов большее значение имели природные, экономические и политические особенности государств и территорий (наличие и уровень развития ткацкого производства, существование природных красителей, характерных для определённой территории, границы и отношения с другими государствами). По утверждению М. Пастуро, флаг «воплощает или приобретает смысл только в том случае, когда он сопоставлен с другими флагами или противопоставлен им» [9, с. 279]. Но именно в «сопоставлении или противопоставлении» и заключается географическая сущность любого государственного, регионального, городского и т. д. флага (в данном случае речь не идёт о флагах спортивных организаций, политических партий, общественных движений и т. д., чаще всего географической природы не имеющих).

## 7.2. ФЛАЖНАЯ СИСТЕМА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ

Только в Северной Европе до настоящего времени сохранились «крестовые флаги» — флаги, где основу рисунка составляет крест [3]. «Крестовые знамёна», предшественники нынешних флагов, когда-то были самыми простыми в изготовлении, проще были только однотонные флаги — белые, синие, красные и т. д. Но ограниченный набор природных красителей не позволял создавать большое количество однотонных флагов, использование же крестов намного увеличивало их количество. «Крестовые флаги» чаще всего изготавливались из небольших прямоугольных кусков ткани, которые сшивались между собой узкими полосами ткани другого цвета — в результате и получался «крестовый флаг».

Впервые «крестовые флаги», ещё в качестве знамён, начинают использовать в Дании [1] и Англии. Флаги Дании и Англии имеют одинаковое сочетание цветов — белый и красный. Сочетание белого и красного — наиболее часто встречающееся сочетание на флагах современного мира. Объяснение этому простое. Белый цвет — это цвет некрашеной льняной ткани, из которой изготавливались флаги

(для изготовления знамён применялись и другие, более дорогие ткани, например шёлк). Красный — самый распространённый природный краситель как растительного, так и минерального происхождения. Можно даже утверждать, что флаги, использующие только красный и белый цвета — самые старые по времени возникновения флаги мира.

Флаг Дании — это белый прямой крест на красном поле, флаг Англии — красный прямой крест на белом поле. Обращает на себя внимание то, что эти флаги являются «зеркальными». Причинами этого можно, видимо, считать отношения Дании и Англии в раннем Средневековье. Трудно сказать, в какой стране раньше появилось «крестовое знамя» зеркальной по отношению к другому знамени расцветки. Но причины этого очевидны — в IX–XII вв. войска датских королей неоднократно высаживались в английских землях, и Англия того времени платила Дании денежную дань. В военных столкновениях между датскими и английскими войсками неизбежно должны были использоваться знамёна, позволяющие отделять «своих» от «чужих». Соответственно если датчане поднимали красное знамя с белым крестом, то вполне логичным со стороны англичан было использование белого знамени с красным прямым крестом.

В Европе были и другие примеры аналогичных «зеркальных» флагов. Так, знаменем Савойского герцогства (впоследствии — Королевства Пьемонт, Сардинского королевства) был красный флаг с белым прямым крестом, флагом Генуэзской Республики, граничившей с этим герцогством с юга — белый флаг с красным прямым крестом.

В XIII в., когда Англия усиливается настолько, что становится способной противостоять Дании, датская экспансия разворачивается на восток. Считается, что красный флаг с белым прямым крестом «спустился с неба» к датскому войску, осаждавшему город эстов Линданисе (русское его тогдашнее название — Кольвань, впоследствии Ревель, сейчас Таллин), в 1219 г. Но поскольку можно быть твёрдо уверенным в том, что флаги с неба не спускаются, то следует признать, что флаг этот пришёл в землю эстов вместе с датскими войсками. Но при этом датчане никогда не «приписывали» крест на флаге какому-либо святому. У англичан же красный прямой крест на белом поле стал считаться крестом св. Георгия, и в качестве такового вошёл в состав флага Великобритании.

И датчане, и англосаксы представляли собой германские по происхождению народы. На Британских островах наряду с англосаксами проживали и по сей день проживают представители кельтских народов, когда-то заселявших почти всю Европу. Это шотландцы и ирландцы. Кельтские народы в своей повседневной жизни широко использовали синий цвет, поскольку синий — второй по распространённости природный краситель после красного.

Столетиями враждовавшие с Англией и не имевшие выхода ни к какому другому государству шотландцы в качестве своей основной эмблемы принимают косой крест — «в противоположность» английскому прямому кресту. Этот крест «приписывается» св. Андрею Первозванному, который ни к Шотландии, ни к Британским островам вообще никакого отношения не имел, и шотландское знамя приобретает вид «белого косоного креста на синем поле». В этом виде оно становится сначала частью знамени шотландской королевской династии Стюартов, утвердившейся на английском троне в начале XVII в., а в начале XVIII в. — флага Соединённого Королевства Великобритании и Ирландии, одного из первых флагов мира. Но собственно шотландский флаг стал подниматься в качестве официального символа Шотландии только в 1998 г., когда была признана её автономия в составе Соединённого Королевства.

То, что английский «крест св. Георгия» и шотландский «крест св. Андрея Первозванного» являются не религиозными, а национальными эмблемами, подтверждается тем, что смена вероисповедования во время Реформации (XVI в.), когда англичане из католиков стали англиканами, а шотландцы — пресвитерианами, не изменила восприятия этих эмблем, хотя как в английской, так и в шотландской церквях культ святых отсутствует.

Совершенно иная ситуация сложилась в Ирландии. Ирландцы — кельты остались после Реформации католиками. Фактическое превращение Ирландии в «белую колонию», сопровождавшееся массовыми эмиграциями ирландцев и их эмиграцией за пределы Соединённого Королевства, привело к тому, что «национальной» символики здесь так и не сформировалось.

«Крест св. Патрика» (красный крест на белом поле), включённый в состав флага Великобритании при её преобразовании в Соединённое Королевство Великобритании, Шотландии и Ирландии (1801 г.) воспринимался в самой Ирландии скорее как символ британского господства, и в ходе национально-освободительной борьбы никогда

не использовался. Сама «крестовая» символика в Ирландии, по всей видимости, воспринималась как символика угнетения. Ирландский флаг — единственный «не-крестовый» среди флагов Северной Европы, но на флаге Великобритании по-прежнему сохраняется олицетворяющий Ирландию крест св. Патрика.

В XVII в. в Ирландии начинает использоваться зелёное знамя, что представлялось вполне логичным с той точки зрения, что красный, белый и синий цвета уже были «задействованы» в соседних государствах. Под зелёными флагами с изображениями арфы, кельтского национального музыкального инструмента, ирландцы неоднократно поднимали восстание против англичан. Фактическое отделение большей части Ирландии от Соединённого Королевства (1921 г.) было началом краха Британской империи, завершившегося в 1968 г. её окончательным исчезновением.

Ирландия в качестве государственного флага принимает флаг, предложенный ещё в середине XIX в. и олицетворяющий «государственное единство» острова. Зелёная полоса на флаге обозначает ирландцев — кельтов, оранжевая — англо-шотландское население, проживающее главным образом в Ольстере (когда-то — самой процветающей части острова Ирландия), белая полоса между ними — при составлении флага символизировала королевскую власть, сейчас власть Ирландской Республики.

В отделении Ирландии от Великобритании деятельное участие принимали Соединённые Штаты, и само это отделение было частью британско-американского противостояния, начавшегося после I мировой войны и до Великого кризиса составлявшего основу мировой политической игры. Видимо, с этим связано то, что флаг Ирландского свободного государства стал очень похож на флаг штата Нью-Йорк, сине-бело-оранжевый с вертикальным расположением полос. В то время в Нью Йорке ирландцев жило больше, чем в Дублине, и нью-йоркская ирландская община принимала деятельное участие в поддержке ирландского «освободительного движения».

Неоднократно упоминавшийся уже флаг Великобритании представляет собой самый сложный по рисунку «крестовый флаг». Он соединяет в себе белый с прямым красным крестом флаг Англии, синий с косым белым крестом флаг Шотландии и т. н. «флаг св. Патрика», олицетворяющий собой Ирландию — белый с косым красным крестом. Впервые этот флаг появляется в правления короля Якова I

Стюарта — шотландского короля, вступившего на английский престол в 1603 г. Яков I объединил в королевском знамени знамена Англии и Шотландии. На протяжении XVII в. это знамя неоднократно менялось вместе с многочисленными изменениями государственного строя Англии. Окончательное его утверждение происходит в 1707 г., когда из знамени оно становится флагом нового государства — Соединённого Королевства Англии и Шотландии. На протяжении почти столетия (до 1801 г.) на этом флаге были соединены английский и шотландский флаги. В 1801 г. в состав королевства юридически включается Ирландия, фактически захваченная англичанами за несколько сотен лет до этого, и соответственно добавляется третий крест, красный косой крест св. Патрика.

С 1922 г. государство именуется Соединённым Королевством Великобритании и Северной Ирландии, но флаг остаётся неизменным. В конце XX — начале XXI вв. начинают происходить события, которые ставят будущее Соединённого Королевства под угрозу. Так, референдум о независимости Шотландии, прошедший в 2014 г., обеспечил сохранение Шотландии в составе Великобритании лишь с очень небольшим перевесом, «за» проголосовали 55% избирателей. Северная Ирландия удерживается в составе королевства с очень большими усилиями. Если подобные тенденции сохранятся в дальнейшем, то что станет с Соединённым Королевством и его флагом, определённо сказать нельзя.

Флаг Швеции представляет собой «кальку» с флага Дании, только с использованием других цветов — синего (голубого) и жёлтого (золотого). До начала XVI в. нынешние Дания, Швеция и Норвегия представляли собой единое государство под властью королей Дании. Это государство было образовано в 1397 г. с целью противостояния влиянию Ганзы (торговому союзу северо-германских городов-государств) в Балтийском и Северном морях. Символика Ганзы опиралась на использование белого и красного цветов. С резким снижением значения Ганзы надобность в этой унии отпала, и в 1521 г. (формально — в 1523 г.) Швеция становится независимым от Дании государством. Первым королём Шведского королевства становится Густав I Ваза, в фамильном гербе которого присутствовали четыре цвета — красный, белый, золотой и синий. Красный и белый являлись и являются как датскими, так и ганзейскими цветами, соответственно шведская символика стала основываться на использовании золотого и синего цветов, остающимися государствен-



ными цветами Шведского королевства и цветами шведского флага до настоящего времени.

Норвегия после выхода Швеции из «единого королевства» продолжала оставаться частью Дании. Но в ходе «наполеоновских войн» Дания поддержала Наполеона, а Швеция, хоть и возглавляемая бывшим маршалом Наполеона Бернадотом, выступила против наполеоновской Франции. В знак своеобразной благодарности Норвегия перешла от Дании к Швеции. В качестве норвежского флага в 1844 г. был принят датский флаг, белый прямой крест на красном поле, поверх которого был наложен синий крест, цвет которого «перешёл» со шведского флага. Таким образом, на норвежском флаге нашла своё отражение символика обоих «государств-сюзеренов», в разное время владевших её территорией. Темно-синий цвет креста вместо светло-синего «шведского» цвета был использован, по всей видимости, потому, что тёмно-синий крест меньше выцветал под действием солнечных лучей и солёной воды в море. Для нации моряков и рыбаков, какими являлись и являются норвежцы, проблема выцветания флагов имеет очень большое значение. С провозглашением государственной независимости Норвегии в 1905 г. этот флаг стал флагом нового государства.

Исландия была в IX в. открыта викингами, скорее всего выходцами с территории современной Норвегии. С объединением скандинавских королевств в 1397 г. все населённые потомками викингов земли в Северной Атлантике оказались в составе единого королевства во главе с королём Дании. Распад этого королевства в XVI в. и переход самой Норвегии под власть Швеции в 1814 г. на судьбе бывших норвежских владений в Северной Атлантике не сказался — они продолжали подчиняться датской короне. Упадок Дании в конце XIX — начале XX в. привёл к тому, что эти владения начали постепенно отдаляться от Датского королевства. Исландия в 1918 г. становится «автономной частью» датских владений, приобретая примерно такой же статус, который до 1905 г. в составе Швеции имела Норвегия. Флагом же Исландии становится «зеркальное отражение» норвежского флага — поле флага тёмно-синее, разделённое белым прямым крестом, поверх которого наложен красный прямой крест.

В 1940 г., после того, как Дания терпит поражение в полутораческой войне с Германием, Исландию занимают вооружённые силы Великобритании с тем, чтобы избежать перехода имеющего стратегическое значение острова Исландия под контроль «Третьего рейха».

В 1941 г. англичан заменяют войска США, под контроль которых переходит и Гренландия. В 1944 г. Исландия, находившаяся в то время под фактической оккупацией Соединённых Штатов, провозглашается независимым государством, сохраняя флаг, полученный во времена межвоенной автономии.

«Крестовый» флаг, созданный уже на основе исландского флага, во время II мировой войны получает и ещё одно владение Дании в Северной Атлантике — Фарерские острова, в то время занятые британскими войсками. Поле фарерского флага — белое, разделённое прямым синим крестом, поверх которого наложен красный крест.

Между Швецией и Финляндией в Ботническом заливе расположены Аландские острова, представляющие собой «автономную провинцию» Финляндии. Острова, населённые исключительно шведами, были заняты русской армией в 1809 г. в ходе последней русско-шведской войны и включены в состав Великого княжества Финляндского, подвластного Российской империи. После распада империи в 1917 г. шведы, жившие на этих островах, не захотели оставаться в составе независимой Финляндии и пожелали быть присоединёнными к Швеции. В это время на Аландских островах поднимается собственный флаг, состоявший из трёх горизонтальных полос — синей, жёлтой и синей. Но независимая Финляндия не пожелала отдавать Аланды Швеции, и по решению Лиги Наций в 1921 г. они были оставлены в составе Финляндии, но с предоставлением широкой автономии (например, единственным государственным языком на островах является шведский язык, жители островов не призываются в финляндскую армию, и т. д.). Однако собственной символики острова были лишены, чтобы вновь не пробуждать сепаратистские тенденции. В 1935 г. власти Финляндии запрещают всякое использование первого аландского флага.

К вопросу о флаге вернулись уже после II мировой войны. Нынешний флаг принят 9 декабря 1953 г. В его основу положен шведский флаг, поверх жёлтого креста которого наложен более узкий красный крест, собственно и олицетворяющий Аланды (в данном случае красный цвет обозначает собой гранит, которым и сложены эти острова).

Сама Финляндия также имеет «крестовый» флаг, но его история очень своеобразна. До 1809 г. Финляндия входила в состав Швеции, но в качестве отдельной территории она не выделялась и никаких «автономных» и подобных прав не имела. С переходом под власть России у Великого княжества Финляндского появился собственный

герб — лев на красном щите с поднятой над головой саблей, но не флаг. В Российской империи её части флагов вообще не имели. В 1917 г. с провозглашением независимости Финляндия принимает «флаг гербовых цветов». Фигура льва занимает центральную часть флага, поле которого являлось красным.

В ходе Гражданской войны в Финляндии (март — май 1918 г.) оказалось, что обе противоборствующие стороны используют флаги одного цвета, красного, только с разными эмблемами. Соответственно после победы «белофиннов» флаг меняется. Вместо красного он становится белым. На белом поле помещается синий прямой крест. Цвет креста был «унаследован» от косоугольного Андреевского креста российского императорского флота, одной из главных баз которого был Гельсингфорс (Хельсинки), но сам крест из косоугольного стал прямым. Таким образом, флаг современной Финляндии отражает особенности флагов двух государств, без которых её бы просто не существовало — русского (цвета) и шведского (рисунок флага).

### 7.3. ТРАНСФОРМАЦИЯ ФЛАГОВ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

В Западной Европе решающим образом преобладают «полосатые» флаги, «флаги войн и революций». Единственный сохранившийся до нашего времени «крестовый флаг» в этой части Европы — флаг Швейцарии.

Первым собственно флагом, который появляется в Европе, был флаг Нидерландов, возникший в ходе Нидерландской революции, продолжавшейся почти век, с 1556 по 1648 г. В ходе этой революции в 1572 г. северная протестантская часть исторических Нидерландов образует новое государство — Республику Соединённых Провинций, или Голландскую Республику, а южная католическая часть, нынешняя Бельгия, остаётся в составе Священной Римской империи германской нации. Флаг, использовавшийся в ходе войны за независимость Голландской Республики, с самого своего возникновения был именно флагом, а не знаменем, стягом и т. д., хотя и был составлен на основе «фамильных цветов» принца Вильгельма Оранского, возглавившего борьбу голландцев против испанского господства. Верхняя полоса голландского флага была оранжевой, средняя белой и нижняя синей. Количество полос могло увеличиваться до шести, девяти или даже двенадцати, но порядок полос оставался неизменным, и верхней полосой всегда была оранжевая.

Можно утверждать, что именно с создания голландского флага в конце XVI в. начинается история флагов в том виде, в каком мы их знаем сейчас.

Оранжево-бело-синий флаг оставался флагом Республики Соединённых провинций больше двухсот лет, до 1795 г. Под данным флагом эта республика достигла фантастических высот, став во второй половине XVII в. одной из главных мировых держав. Но проиграв борьбу с Англией за господство на морях, а с Францией за Рейн (с завоеванием Францией Эльзаса в конце XVII в. Рейн переходит под её фактический контроль), контроль над устьем которого и давал Соединённым Провинциям львиную долю их богатств, уже к концу XVIII в. эта республика превратилась в бедную провинциальную окраину Европы.

Однако именно под оранжево-бело-синим флагом голландцы открыли, завоевали и даже заселили многие очень далекие от них части мира. Потомками голландцев времён величия Республики Соединённых провинций являются буры — «белое племя Африки», которым после упадка их «матери-родины» пришлось самостоятельно строить новую страну на юге Африканского континента, и им это удалось. Флаг бурских республик Южной Африки и Южно-Африканского Союза, затем Южно-Африканской Республики, до начала 90-х гг. XX в., пока власть там находилась в руках «белого племени Африки», был оранжево-бело-синим.

Когда в 1795 г. Франция завоевала Республику Соединённых Провинций, верхняя оранжевая полоса была заменена на красную, и обновлённый красно-бело-синий флаг стал флагом Батавской Республики, объединившей «Исторические Нидерланды», нынешние Нидерланды и Бельгию. Границы нового государства, как и флаг, остались неизменными и после окончательного поражения наполеоновской Франции в 1815 г. Но изменился государственный строй — страна стала монархией и начала называться Объединённым Королевством Нидерланды. Однако интересы протестантского севера и католического юга нового королевства разошлись уже настолько далеко, что юг отделился в 1830 г., образовав новое королевство Бельгия. Флаг же Королевства Нидерланды остался красно-бело-синим, каковым он сохраняется и по сей день.

Почти одновременно с Республикой Соединённых провинций, нынешними Нидерландами, на политической карте Европы официально появляется ещё одно существующее по сей день государство, основой для возникновения которого послужил Рейн. Это Швейцария.

Но если Нидерланды развивались благодаря своему расположению при впадении Рейна в Северное море, то Швейцария своим возникновением и развитием обязана истокам Рейна, находящимся на её территории и «давшим жизнь» немецкоязычным кантонам нынешней Швейцарской Конфедерации. Для франкоязычных кантонов те же функции выполняли верховья Роны, впадающей в Средиземное море. Рейн и Рона представляли собой организующую ось средневековой Европы, её «главную дорогу». Италоязычные кантоны Швейцарии расположены на южном склоне водораздела Рейна и реки По, на протяжении столетий представляющей собой «организующую ось» высокоразвитых территорий нынешней Северной Италии и впадающую в Адриатическое море неподалёку от Венеции. Швейцарские кантоны контролировали проходившие через Альпы кратчайшие пути между германскими и итальянскими землями Священной Римской империи германской нации, и благодаря этому расположению и возникло нынешнее швейцарское государство.

Вдоль этих рек протягивались владения Лотарингии — государства, возникшего после смерти Карла Великого и занимавшего промежуточное положение между ещё не существовавшей тогда Францией и будущей Германией. К началу «порохового века» большую часть исторической Лотарингии занимало государство, именовавшееся Бургундия. И Нидерланды, особенно в границах «Исторических Нидерландов» (нынешние Королевство Нидерланды, Королевство Бельгия и Великое Герцогство Люксембург), и Швейцарию (вместе с Лихтенштейном) с их германско-французским симбиозом можно считать в какой-то мере «наследниками» Ломбардии.

Символом Бургундии был т. н. «бургундский крест» — косой крест с перекладинами. Этот крест, обозначавший принадлежность к бургундскому войску, чаще всего просто нашивался на одежду, как и все другие кресты в тогдашней Европе. Обычно использовался крест красного цвета, и при использовании в качестве флага он нашивался на белую ткань. Противники Бургундии, а швейцарцы были в числе главных таких противников, чтобы заведомо отличаться от бургундцев в ходе многочисленных сражений, использовали белый прямой крест на красном фоне — обычное для средневековой Европы «зеркальное» отображение цветов противника. Аналогичную символику использовало Савойское герцогство, граничившее со швейцарскими владениями с юга и расцветшее после краха Бургундии.

В конце XVIII в. Швейцария была завоёвана Наполеоном, и на месте Швейцарского союза создана Гельветическая республика с флагом, состоявшим из трёх горизонтальных полос — зелёной, красной, жёлтой. Наполеон дал Гельветической республике почти тот же набор цветов, что и созданным им государствам на территории нынешней Италии, за одним исключением — вместо белого цвета, характерного для большинства «наполеоновских» флагов, на флаге Гельветической республики присутствовал жёлтый. Этот набор цветов не имел совершенно никакой основы ни в истории, ни в географии Швейцарии.

Но после исчезновения «Гельветической республики» Швейцария вновь превратилась в полуаморфный «союз кантонов», приняв свой нынешний вид единого федеративного государства лишь в 1848 г. Флагом единой Швейцарии тогда же официально стал красный квадратный флаг с белым крестом в центре, но края этого креста не доходят до краёв флага. Можно предположить, что квадратная форма флага и специфический вид креста на нём были приняты для того, чтобы флаг Швейцарской Конфедерации отличался от аналогичного по сочетанию цветов и очень близкого по рисунку флага Сардинского королевства (Королевства Пьемонт), наследника Савойского герцогства, располагавшегося к югу от Швейцарии.

Заняв главные водоразделы Европы, швейцарцы этим вполне удовлетворились. Они не стремились к «расширению пределов», но и к себе никого старались не пускать. Этим можно объяснить швейцарский нейтралитет, который официально сохраняется с 1815 г., реально установился ещё раньше, равно как и то, что символика нейтральной Швейцарии послужила основой для создания одного из самых известных международных флагов современного мира — флага Красного Креста, представляющего собой «зеркальное отражение» флага Швейцарии (красный крест на белом поле). С очень большой степенью допущения, где-то даже художественного, можно сказать, что крест на швейцарском флаге олицетворяет собой перекрёсток главных путей континентальной Европы, которые соединяют север и юг «Старого света», проходя через разноязычные кантоны Швейцарии.

Флаг Франции, расположенной большей частью к западу от Рейна, послужил основой для формирования множества флагов. Главные реки Франции — Сена, Луара, Рона, Гаронна, а также Рейн. Они обеспечивают выход французского государства к Северному и Средиземному

морям, а также напрямую к Атлантическому океану (Бискайскому заливу). Основной водораздел — легко преодолимый Центральный массив. «Распахнутая» ко всем главным морям Европы и пересекавшаяся крупными реками, Франция всегда была «подвижным» государством, влиявшим как на всех своих соседей, так и на отдалённые государства и территории. В полной мере это относится к французской символике, главным образом флагу.

Франция постепенно «растекалась» по своей нынешней территории, поглощая всё новые и новые провинции и объединяя их в единое государство. У большей части французских провинций, тех, которые вошли в её состав до окончания Столетней войны, собственная символика вообще не успела сформироваться. У тех провинций, которые переходили под власть французских королей после XV в., собственная символика иногда была, но никакого влияния на формирование общезакономерных французских символов, в том числе и флага, она не оказала. Франция не «собирала» цвета и эмблемы входивших в её состав территорий, как это происходило в Великобритании, а «распространяла» их.

Французский «триколор» широко известен — он состоит из вертикальных синей, белой и красной полос. Известно также и то, что этот флаг появился во время Великой Французской революции 1789–1793 гг. Однако обстоятельства появления этого флага до конца неясны. Очевидно лишь то, что сочетание синего, белого и красного и до революции широко использовалось на королевских знамёнах и флагах французских кораблей. Французские знамёна, состоящие из красной и синей полос с белым крестом, встречаются на изображениях, относящихся к периоду Столетней войны. Поскольку основным противником Франции в этой войне была Англия, на королевских знамёнах которой использовался красный крест на белом поле, применение французами белого креста на красно-синем поле (применялись также как синие, так и красные флаги с белым прямым крестом) представляло собой пример «зеркальной символики», характерной для Европы того времени. Врагом Франции была также Бургундия, символом которой был красный «бургундский» косой крест на белом поле. Таким образом, использование синего флага с белым прямым крестом, получившем названия креста св. Михаила Архангела, позволяло отделять французские войска от английских и бургундских.

Собственно флаги в королевской Франции появляются, как и в остальной Европе, с XVII в. Первым флагом королевской Франции являлось



синее полотнище с белым прямым крестом, именовавшимся крестом св. Михаила Архангела. Синий цвет перешёл на флаг французских королей от кельтских племён галлов, населявших территорию нынешней Франции до прихода сюда германских племён франков; крест — самая распространённая знаменная фигура того времени. На этом флаге изображались золотые или белые лилии, основа герба и главный символ королевской Франции. Число лилий всегда было кратным трём.

Кроме торгового синего флага с белым крестом (на его основе был создан флаг канадской провинции Квебек, населённой преимущественно франко-канадцами), использовался также белый флаг, в центр которого помещалось или изображение герба Франции, или династии Бурбонов, или те же лилии — этот флаг поднимался на парусных военных кораблях. Белый цвет широко использовался французскими гугенотами (протестантами). Генрих IV, первый король из династии Бурбонов, перед вступлением на французский престол принял католичество, но сохранил белый флаг своих прежних единоверцев. Гребной галерный флот использовал флаги красного цвета. В целом устойчивой флажной системы феодальная королевская Франция не имела, как и многие другие феодальные государства тогдашней Европы.

Для европейских феодалов, к которым относились и короли Франции, главным их «знаком отличия» был герб, и именно гербы до Великой Французской революции были основами символики феодальных государств Европы.

Флаг новой Франции поднимается в 1790 г. На этом флаге были сохранены синий и белый цвета королевских флагов, к которым добавился красный цвет, также широко использовавшийся в более ранней символике французского государства. Однако на изображениях, относящихся к начальному (до 1794 г.) периоду Французской революции, новый флаг изображается как с горизонтальным, так и с вертикальным расположением полос, и даже их число меняется. Встречаются изображения флагов, например, с четырьмя полосами (вместо одной белой полосы — две при горизонтальном расположении полос). Ныне существующий сине-бело-красный флаг с вертикальным расположением полос был утверждён 27-го плювиоза 2-го года Республики (началом республиканского летоисчисления было 22 сентября 1792 г.), что соответствует 15-му февраля 1794 г. от Рождества Христова.



Флаг республиканской Франции стал первым флагом в истории этого государства, на котором соединились все три уже существовавших главных цвета страны. Именно этим можно объяснить его поистине фантастическую популярность и устойчивость.

С конца XVIII в. именно флаг становится основной государственной символики Франции, из которой подобное восприятие флага распространяется на прочие государства мира. Можно считать, что с появлением французского трёхцветного флага начинается формирование флажной системы современного мира.

То, что именно флаг является основой французской национальной символики, подтверждается хотя бы тем, что флаг Франции известен большинству образованных людей по всему миру. Как выглядит герб Франции, за её пределами мало кому известно, и в Конституции его описание, в отличие от флага, отсутствует.

После поражения Наполеона и восстановления династии Бурбонов флагом королевской Франции становится вновь белый флаг, на который иногда помещался герб в центре. В 1830 г. происходит революция, в результате которой к власти приходит король Луи Филипп. При нём в качестве государственного флага вновь устанавливается сине-бело-красный триколор с вертикальным расположением полос. Луи-Филиппа свергает революция 1848 г., после которой устанавливается режим Второй республики. В первые дни Второй Республики красная полоса становится центральной, белая — внешней. В ходе этой революции предлагалось сделать флаг Франции целиком красным, но оно было отвергнуто, и французский флаг вернулся к своему виду 1794 г.

В 1852 г. трёхцветный флаг становится флагом Второй империи и остаётся им до 1870 г. С 1871 г. начинается утверждение режима Третьей республики, причём в это время положение во Франции было настолько сложным, что обсуждалась возможность восстановления во Франции королевской власти. Но граф Анри д'Артуа, рассматривавшийся в качестве основного претендента на французский престол (предполагалось, что править он будет под именем Генриха V), категорически отказался управлять Францией под трёхцветным флагом, потребовав восстановления белого флага Бурбонов. Выполнить это требование было невозможно, к этому времени трёхцветный флаг и в самой стране, и за её пределами воспринимался уже в качестве единственно возможного флага Франции.

Третья Республика просуществовала до лета 1940 г., когда после поражения Франции в войне с Германией республиканский режим был

упразднён. Однако трёхцветный флаг продолжал оставаться флагом «коллаборационистской» Франции во главе с маршалом Филиппом Петеном, под управлением которого находилась большая часть Южной Франции до лета 1942 г., когда она была оккупирована германской армией. Часть французской армии, не желая капитулировать, покинула Францию и ушла в Великобританию, которая в течение года (июнь 1940 — июнь 1941 г.) в одиночку воевала против «Третьего рейха».

После поражения 1940 г. появляется две Франции — «Французское Государство» маршала Петена, поддерживавшее гитлеровскую Германию, и «Сражающаяся Франция» генерала Шарля де Голля, затем ставшая «Свободной Францией» и воевавшая на стороне Объединённых Наций. Обе стороны использовали трёхцветный флаг, но его средняя белая полоса на флаге «Французского Государства» украшалась топором с двойным лезвием, а на флаге «Сражающейся Франции» — Лотарингским крестом (крест с двумя поперечными перекладинами, из которых верхняя короче нижней). Обе эмблемы в более ранней французской государственной символике не использовались. Флаг с Лотарингским крестом поднимается над французскими владениями, которые «Сражающаяся Франция» отвоевывает у «Французского государства» маршала Петена, а с 1944 г. и над освобождёнными территориями самой Франции.

После освобождения Франции и установления Четвёртой Республики (1946–1958 гг.) трёхцветный флаг освободился от всех эмблем, став эмблемой единства всех французов (Лотарингский крест сохранялся на флаге Шарля де Голля в бытность его президентом Республики), и вновь приобрёл значение главного символа Франции, каковым остаётся и по сей день. Его значение как главного символа страны подтверждается тем, что в обеих послевоенных конституциях Франции (Четвёртой и Пятой Республик) описание флага приводится в самом начале основного закона государства (ст. 2).

Флаги Германии и Бельгии имеют одинаковое сочетание цветов — чёрный, красный и золотой. На флаге Германии чёрная, красная и золотая полосы располагаются горизонтально. На флаге Бельгии полосы располагаются вертикально: чёрная полоса у древка, средняя золотая и внешняя красная. Появились эти флаги также почти одновременно, их использование начинается в 30-х гг. XIX в. Очевидно, что одинаковое сочетание цветов на двух почти одновременно появившихся флагах сопредельных государств не могло быть случайностью. Оно случайностью и не было.

Как Бельгия, так и Германия не «растекались» по своим владениям, «покрывая» их своими цветами, подобно Франции. И не соединяли в символике, в том числе и флагах новых государств, старые флаги, знамёна и эмблемы, подобно Великобритании. И бельгийские, и германские цвета использовались для того, что «спаять воедино» разнообразную и даже причудливую символику слагающих их территорий, совершенно несходных между собой. В случае Германии это удалось лучше, в случае Бельгии хуже. Это можно связать с тем, что в Германии основной объединяющий фактор — язык, а в Бельгии религия.

До начала XIX в. и нынешняя Германия, и современная Бельгия входили в состав одного государства — Священной Римской империи германской нации. Это было одно из самых «долговременных» государств Европы — возникнув в 962 г. и пережив множество войн и потрясений, оно оказалось упразднённым в 1806 г., потерпев поражение в войнах с наполеоновской Францией. До XV–XVI вв. эта империя была реальным государством с немалой военной силой, и знаменем императоров было красное знамя, разделённое белым прямым крестом. Это знамя не отличалось оригинальностью, и по рисунку, и по сочетанию цветов оно было сходно со многими знамёнами королей по всей Европе, о чём уже шла речь выше. С сокращением пределов империи до собственно Германии, сопровождавшимся её разделом между множеством полунезависимых государств, титул императора становится в значительной мере формальным, и военное его знамя прекращает своё существование.

Официального государственного флага у Священной Римской империи германской нации не существовало, так же, как таких флагов не существовало у большинства государств тогдашней Европы. Все представленные в разных источниках изображения «государственного флага Священной Римской империи германской нации» представляют собой творения современных художников.

Но официальные цвета у неё были — чёрный и золотой, «гербовые цвета». Гербы, как уже говорилось выше, составляли основу феодальной символики, флаги стали таковыми лишь в буржуазной Европе. Гербом этой империи был и впоследствии остался у наследовавшей значительную часть её территории Австрийской (с 1866 г. — Австро-Венгерской) империи чёрный двуглавый орёл на золотом поле. На основе этих «гербовых цветов» с добавлением красного цвета революции были созданы германский и бельгийский флаги, а белого

цвета монархии — первый государственный флаг Российской империи (1858–1883 гг.).

Упразднение существовавшей более восьмисот лет империи вызвало негативную реакцию в германских землях. Империя состояла из множества фактически независимых государств, к тому же часто враждовавших между собой, но существование Священной Римской империи германской нации объединяло германскую нацию в её тогдашних пределах, от Кёнигсберга (нынешнего Калининграда) до Лайбаха (современной Любляны, столицы Словении), и от Позена (нынешний польский город Познань) до Трира и Аахена (городов у западной границы бывшей империи). Территория нынешней Бельгии («Австрийские Нидерланды») была изъята из состава Священной Римской империи германской нации и присоединена к созданной Наполеоном «Батавской республике», ставшей в 1815 г. Королевством Нидерланды, а германские государства вдоль Рейна превращены в фактический протекторат Франции под названием «Рейнский союз».

Королевство Пруссия и Австрийская империя в наполеоновские времена превратились в фактических вассалов наполеоновской Франции. После краха наполеоновской империи Пруссия превращается в фактического вассала Российской империи, и Россией же обеспечивается возможность самого существования Австрийской империи (особенно наглядно это подтвердилось при подавлении русскими войсками восстания 1848 г. в венгерских провинциях этой империи, на что сама Австрия оказалась неспособной).

Образование независимой Бельгии было первым крупным изменением «Венской» политической системы, созданной государствами — победителями Наполеона в ходе Венского конгресса 1815 г. Отделение Бельгии от Нидерландов означало первую дипломатическую победу посленаполеоновской Франции. В ходе революции 1830 г. над Бельгией поднимается её собственный флаг, состоявший первоначально из трёх горизонтальных полос — красной, жёлтой и чёрной. В 1831 г. полосы становятся вертикальными, и бельгийский флаг приобретает свой нынешний вид — чёрно-жёлто-красный с вертикальным расположением полос.

Цвета соответствуют, во-первых, цветам Священной Римской империи с добавлением революционного красного цвета, и во-вторых, это цвета Брабанта — единственной провинции Бельгии, населённой представителями обоих составлявших её народов, валлонов

и фламандцев, и послужившей основной для возникновения Бельгии (ныне Брабант, как и Бельгия в целом, разделён на две части — валлонскую и фламандскую). Вертикальное расположение полос было перенято с флага Франции, поскольку и сама бельгийская революция 1830 г. опиралась на поддержку Франции, и основными победителями оказались валлоны, язык которых очень близок к французскому. Окончательные границы Бельгии сложились в 1839 г., когда часть нового королевства отошла к Франции, часть к Нидерландам, зато Бельгия получила большую часть Люксембурга. В нынешней Бельгии её флаг поднимается главным образом в Брюсселе и валлонской части государства, во фламандской это очень большая редкость [8].

Флаг Германии в его нынешнем виде, как и флаг Бельгии, впервые поднимается в 30-е гг. XIX в. как «флаг германского единства».

Часто «кочующее» из одного источника в другой утверждение о том, что такое сочетание цветов впервые встречается в униформе прусского добровольческого корпуса фон Лютцова в 1813 г., и от него, дескать, и пошёл германский флаг, вряд ли можно признать убедительным. Во-первых, это был бы первый случай создания флага на основе цветов военной формы. Во-вторых, корпус Лютцова был наголову разбит французами в том же 1813 г. и никакого влияния ни на ход военных действий, ни на состояние умов в Германии просто не успел оказать. В-третьих, ни этот корпус, ни другие многочисленные армии германских государств, вступившие в войну против Наполеона, когда его поражение уже определилось, не использовали этот флаг, и первое его появление фиксируется в 1832 г. И в четвёртых, чёрно-красно-золотой флаг использовался на территории всей Германии, включая Австрийскую империю, а корпус Лютцова был по преимуществу прусским.

Германия того времени состояла из множества государств, каждое из которых к XIX в. было государством вполне состоявшимся, имевших полный набор государственных символов, включая флаг. Более того, уже в XVIII в. отмечается существование флага, цвета и расположение полос которого полностью соответствовали «флагу германского единства». Это образованное в 1778 г. княжество «Рейс старшей линии» (Reuß älterer Linie), располагавшееся в пределах современной Тюрингии и имевшее площадь менее 400 кв. км.

Впервые чёрно-красно-золотой флаг был признан в качестве общегерманского государственного флага в ходе первой попытки

восстановления «германского единства» и создания новой империи в 1849 г. Это было следствием революции 1848 г., охватившей практически все германские государства, и революция эта имела главным образом национальный, и лишь во вторую очередь социальный характер.

То, что чёрно-красно-золотой флаг ведёт своё происхождение от цветов Священной Римской империи германской нации, хорошо осознавалось современниками. Ф. Фрейлигарт, «поэт германской революции», написал стихотворение «Чёрно-красно-золотой»: «Порох чёрен, кровь красна, золотое пламя! Старой Империи прежний штандарт вновь поднят нами...» (перевод наш. — *авт.*). Но это был последний общий флаг, поднятый над всеми германскими землями от Северного и Балтийского до Адриатического моря. Поражение революции привело к ликвидации Германской империи и восстановлению прежнего Германского союза, собственной символики не имевшего. С этого времени развитие Германии и Австрии пошло по расходящимся направлениям, в том числе и области флагов.

В 1866 г., после войны Пруссии и Австрии, идея «германского единства» исчезает. В германских землях образуется две «федеративных империи». В составе Австрийской империи образуется Венгерское королевство, и сама империя официально становится «двуединой». В составе новой Германской империи, провозглашённой в 1871 г., объединяются остальные многочисленные германские государства, существование которых при этом продолжается — они сохраняют свою территорию, систему власти и государственную символику. Вследствие этого перед новой империей не стояло задачи «соединения» этой символики, да с учётом многочисленности разнообразных государственных образований это было и невозможным. Невозможно было также принятие «флага германского единства», поскольку само создание Германской империи было разрушением этого единства.

Франко-прусская война меняет историю и географию не только вовлечённых в неё стран. Пруссия до этого времени была не то что союзником, но несколько десятков лет даже фактическим «вассалом» Российской империи. Пруссия и Россия были теснейшим образом связаны друг с другом множеством связей, в том числе и династических. Первым государственным флагом Российской империи — чёрно-золото-белым, принятым в 1858 г. после поражения в Крымской войне, как уже говорилось выше, становится несколько переименованный «флаг

германского единства» — вместо красного цвета революции используется белый цвет монархии. Для Германской империи Россия становится скорее неприятелем. «Германская угроза» приводит к сближению России и Франции, бывших до этого непримиримыми врагами. И в 1883 г. в качестве государственного флага России принимается торговый флаг русских судов — бело-сине-красный. Цвета нового флага России и флага Франции полностью совпадали.

«Географическим символом» новой Германии становится Рейн. Франко-прусская война 1870–1871 гг. была первой войной, в которой Пруссия, а на стороне Пруссии воевали войска всех германских государств, кроме Австрии, первый раз за сотни лет наголову разгромила Францию. В Версале, во дворце французских королей, эта империя и была провозглашена. Важнейшим её территориальным приобретением становятся отвоёванные у Франции Эльзас и Лотарингия, старинные владения Священной Римской империи германской нации, в XVII в. завоёванные королевской Францией. С присоединением Эльзаса весь Рейн, кроме верхнего швейцарского участка и нижнего голландского, оказался во владениях Германской империи.

Символика Германской империи создаётся на основе символики Пруссии. Флагом империи становится флаг из трёх полос — чёрной, белой и красной. Невзирая на всё геральдическое многообразие Германии, такого сочетания в её пределах ранее не существовало. Императоры Германии объединили на своём флаге цвета Королевства Пруссия с официальной столицей в Кёнигсберге и Курфюршества Бранденбург, столицей которого был Берлин. Пруссские цвета — чёрный и белый, цвета Бранденбурга — красный и белый.

Вообще символика Брандебурга, возникшего в ходе завоевания немцами земель западных славян, «зеркальна» по отношению к символике Польши, возникшей как государство в ходе противостояния западных славян немецкой экспансии на восток. Флаг Бранденбурга — красно-белый, флаг Польши — бело-красный. Герб Бранденбурга — красный орёл на белом поле, герб Польши — белый орёл на красном поле. Считается, что в обоих случаях государственные символы ведут свою историю с X в. от Рождества Христова. Скорее всего столь длинная история флага и в случае Бранденбурга, и в случае Польши — не совсем правда, но установить, кто был «первоисточником», а кто «отражением», вряд ли получится.

Под красно-бело-чёрным флагом Германская империя в 1914 г. начинает I мировую войну и терпит в ней тяжёлое поражение. Возникшая



на руинах этой империи республика в 1919 г. принимает в качестве государственного «флаг германского единства», но он становится флагом национального позора. Значение Германии как государства в 20-е гг. становится совершенно ничтожным. Франция возвращает Эльзас и Лотарингию, и более того — до 1930 г. французские войска оккупируют все прирейнские территории Германии, т. н. Рейнскую область. Вновь возникшее Польское государство отвоёвывает часть германских земель на востоке — город Позен (современный польский город Познань) с окрестностями (т. н. «Великую Польшу») и часть Силезии; польские владения разрезают на две части германские земли на побережье Балтийского моря, а старинный немецкий город Данциг (нынешний польский Гданьск) объявляется «вольным городом» под управлением Лиги Наций. И даже маленькая Литва отбирает у Германии часть её национальной территории — город Мемель (нынешнюю Клайпеду).

Всё это приводит к общему кризису Германской республики, усугублённому Великим кризисом 1929–1933 гг. В ходе этого кризиса в Германии сталкиваются две ведущие политические силы — коммунисты, сторонники идей «интернационального социализма», и национальные социалисты. Сторонники как «интернационального», так и «национального» социализма провозглашали своей целью создание «новой Германии».

Ни одна из этих сил не использовала флаги дискредитировавших себя Германской империи и Веймарской республики. Коммунисты выступали под красными флагами с серпом и молотом, общими для всего «мирового коммунистического движения», национал-социалисты — тоже под красным флагом, но с изображением свастики [10] — символа, наибольшее распространение получившего в индуизме, хотя и встречавшегося у многих народов, включая славянские.

С приходом к власти национал-социалистов свастика становится основой государственной символики Германии. В качестве флага использовался красный флаг с белым кругом в центре, в центре круга изображалась чёрная свастика. Набор цветов соответствовал цветам флага Германской империи. Национал-социалистам удалось реализовать идею «германского единства». В 1938 году к Германии была присоединена Австрия, а на начальном этапе II мировой войны череда побед германского оружия привела к тому, что под властью Германии оказалась большая часть Европы.

После поражения национально-социалистической Германии во II мировой войне Германия вместе с Австрией прекращают своё госу-



дарственное существование, соответственно исчезает всякая государственная символика. Возрождение германской государственности начинается в 1949 г., когда на западе Германии (в зонах оккупации США, Великобритании и Франции) была провозглашена Федеративная Республика Германия, а на востоке, в советской зоне оккупации — Германская Демократическая Республика. Правительства обеих Германий провозгласили, что их власть распространяется на всю территорию германского государства, соответственно приняв одинаковый флаг — «флаг германского единства». Флаги оставались одинаковыми до 1959 г., когда Германская Демократическая Республика поместила на флаге изображение своего герба. В конце 60-х — начале 70-х гг. подписывается система договоров и соглашений, которыми ФРГ и ГДР взаимно признают друг друга, юридически оформляется фактически существовавшая с 1949 г. внутригерманская граница, и определяется статус Западного Берлина как территории, не входящей в состав как ГДР, так и ФРГ, при этом ГДР принимает обязательство не препятствовать сообщению между Западным Берлином и ФРГ.

Западный Берлин не был государством, его политический статус до конца разделения Германии определялся как «оккупированная территория». Его флаг сохранял цвета германского флага 1871–1918 гг. — белое полотнище с двумя узкими красными полосами, в центре флага чёрное изображение «геральдического медведя» (символа Берлина). Флаг ГДР становится возможным поднимать на территории ФРГ, и наоборот. Такая политическая ситуация закрепляется Заключительным актом Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе, подписанным в 1975 г. Этим актом подтверждалась неприкосновенность границ европейских государств, сложившихся после II мировой войны.

Однако уже в 1990 г. эти границы начинают меняться, и изменения начинаются с Германии. Существование Германской Демократической Республики прекращается, и территория этого государства включается в состав Федеративной Республики Германия. Интересно, что в процессе «объединения Германии» были преданы забвению договорённости начала 70-х гг. о статусе Западного Берлина, и в процессе объединения Западный Берлин выступал как часть ФРГ. С исчезновением ГДР прекращается существование её флага, и флагом «единой» Федеративной Республики Германии становится чёрно-красно-золотой «флаг германского единства» без символов

и гербов (герб используется на т. н. «служебных флагах»), т. е. в случаях, когда флаг поднимается над государственными учреждениями). «Флаг германского единства» третий раз в своей истории поднимается с целью «склеивания» единого государства формально из двух (бывшая Западная и бывшая Восточная Германия), реально из большого количества совершенно несходных между собой частей.

#### 7.4. ВЫВОДЫ

Вексиллологические проблемы, конечно же, не являются ключевыми для общественной географии. Но изучение процессов трансформации флажной системы мира в целом и его отдельных регионов может быть очень полезно в общественно-географических исследованиях. Приведённые выше примеры трансформации флагов стран Северной и Западной Европы показывают, что наибольшее значение вексиллологические исследования могут иметь в политической географии. Привычная нам флажная система сформировалась в условиях европейской цивилизации при смене социально-экономических формаций, когда феодальная «Европа сословий» становилась буржуазной «Европой наций». Распространив своё влияние по всему остальному миру, буржуазная Европа дала начало флажной системе всех остальных частей света.

Французский историк Мишель Пастуро, буквально «вдохнувший новую жизнь» в застывшие и мало кому интересные «красочные» исторические дисциплины (геральдику и сфрагистику), предложил по новому осмыслить «символику цвета» и создал новое научное направление — «символическую историю» (большая часть его книг переведена на русский язык; см., например [9]). Многие его идеи о формировании и развитии как геральдической, так и «флажной» системы Европы и мира были высказаны впервые.

«Символическую географию» и «географию флагов» как её часть в качестве нового научного направления создать вряд ли получится, да это и не нужно. Но усилить внимание к «флажным» проблемам в общественно-географических работах не только можно, но и необходимо. Одним из проявлений усиления такого интереса является то, что курс «Основ вексиллологии» изучается на факультете географии Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена.

## 7.5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Антонов В. А.* Даннеброг — флаг Датского королевства // *Signum*. 2013. № 7. С. 76–115.
- [2] *Бойцов М. А.* Вексиллологические традиции средневековой Европы // *Signum*. 2013. № 7. С. 14–75.
- [3] *Бурков Г. В.* К истории скандинавской группы государственных вексиллологических символов // Санкт-Петербург и страны Северной Европы. 2001. № 2. С. 83–86.
- [4] *Вилинбахов Г. В.* Знамя или флаг? // *Signum*. 2013. № 7. С. 5–13.
- [5] *Вилинбахов Г. В.* Коллекция знамён Государственного Эрмитажа // *Signum*. 2013. № 7. С. 253–275.
- [6] *Вилинбахов Г. В.* Русские знамёна. СПб.: СПбГУ, 2005. 288 с.
- [7] *Опрятов В. И.* Геральдика и вексиллология как науки о государственных символах и их соотношении с конституционным правом // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2011. № 2 (40). С. 177–180.
- [8] *Осколков П.* Символика фламандского национализма // Вопросы национализма. 2015. № 1 (21). С. 188–192.
- [9] *Пастуро М.* Символическая история европейского Средневековья. СПб.: Alexandria. 2012. 448 с.
- [10] *Путинёв И. В.* Государственная символика Третьего рейха: свастика // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Право. 2012. Т. 8. № 2. С. 24–32.

# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НАСЛЕДИЯ В ГЕОГРАФИИ КУЛЬТУРЫ

А. Н. Паранина, Р. В. Паранин

### 8.1. О ТРАДИЦИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В ГЕОГРАФИИ

Страбон писал о географии как о науке, близкой к философии в вопросах *искусства достижения счастья*. Его географические описания подчеркивают причинную связь между особенностями природной среды, хозяйством и традициями народов, что роднит их с современными комплексными работами. В XIX вв. В. В. Докучаев вернул географии утраченный в процессе ее отраслевой дифференциации смысл, показав, что предметом географии являются взаимосвязи между природными компонентами и объектами территорий. Целостности географии придавал большое значение Д. Н. Анучин, согласно которому география, исторически сложилась из четырех основных отделов: 1. астрономической (математической) географии, изучающей Землю как мировое тело, ее форму, величину, движение вокруг оси и в мировом пространстве; 2. физической географии, выясняющей строение Земли в целом, ее оболочки (геосферы), их состав, физико-химические процессы, развивающиеся в них, и взаимодействия между сферами; 3. биогеографии, изучающей распространение биологических форм, группировки растительного и животного мира на суше и в водной среде, закономерности их распространения; 4. географии человека (антропогеографии), занимающейся исследованием численности населения, его расового и этнического состава, плотности по населенным частям света, природным областям, странам и государствам. Исследования в области географии, этнографии и антропологии привели Д. А. Анучина к выводу, что постичь закономерности антропогенеза (эволюции человека) под силу только географии, поскольку она является фундаментальной комплексной наукой о природе и человеке.

Сегодня все более популярной становится концепция *единой географии*, стирающей искусственные границы между ее общественной и естественнонаучной частями. Большую роль в интеграции географических наук играет системный подход, геоинформационные технологии и география культуры как наука о всех формах надбиологической адаптации.

Результатом развития этой традиции являются разработанные авторами реконструкции технологий ориентирования в пространстве-времени, которые обеспечивали физическое и сущностное освоение географического пространства на протяжении всей истории человечества. Навигационная концепция моделирования геокультурного пространства согласуется с положениями исторической географии В. И. Паранина и высказыванием историка В. В. Подосинова: «Антропологический взгляд на природу пространственной ориентации человека позволяет выявить универсальные категории в постижении пространства и вплотную подойти к пониманию наиболее общих архетипов сознания *homo sapiens*».

## 8.2. ОСНОВЫ СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Понятие «информация» играет исключительную роль в самой географии, обеспечивает ее внешние междисциплинарные связи и участие в развитии научной картины мира в условиях информационного общества.

*Содержание географии* — науки, интегрирующей знание в системе наук о Земле, наполняет представление об *информации, как неотъемлемом свойстве материи*. Объект географических исследований, — географическая оболочка, рассматривается как географическая система глобального масштаба, в основе которой — потоки вещества, энергии и информации [5]. Информация, как сложность и организованность систем, рассматривается в эволюционной географии и биогеографии, геофизике и геохимии ландшафта, исторической и культурной географии, а так же в учениях: о биосфере — В. И. Вернадского, о геосистемах — В. Б. Сочавы, о ритмах в природе — Е. В. Максимова, и, имеющих важное методологическое значение, работах Д. Л. Арманды, А. Г. Исаченко, В. И. Паранина, Б. Б. Родомана, А. Ю. Ретеюма и др. [8, 9, 11]. В условиях расширения информационного пространства и развития междисциплинарных

коммуникаций, реализуются специальные географические проекты, посвященные информации [16, 20].

*В эпоху информационного общества* понятие информации не получило еще универсального определения, но в каждой отрасли знаний существуют свои дефиниции, отвечающие задачам теоретических и практических исследований (Н. Винер, 1968; К. Шеннон, 1963; В. М. Глушков, 1964; А. Д. Урсул, 1979; А. Н. Колмогоров, 1987; В. М. Лачинов, А. О. Поляков, 1999; Гамаонов, 2000; Лийв, 2001; Е. Г. Капралов и др. 2005) [12]: латинский термин *informatio* означает «сведения, сообщения»; в информатике, кибернетике «информация» — мера устранения неопределенности (энтропии); в теории информации (вычислительной технике и связи) — количество принятых, обработанных или переданных сообщений (битов); в синергетике — уровень организации (согласованности, связности, упорядоченности) системы; в информологии — мера отражения действительности и т. д. (всего около 400). Эти определения по мере необходимости применяются в географии, но имеют ограниченные возможности для одновременного описания целостного географического пространства и его разнородных частей.

Многогранность проявления и многоаспектность исследований информации создают *ряд объективных сложностей и противоречий*: 1. информацию считают свойством материи (атрибутивная концепция), или связывают лишь с процессами управления и самоуправления (функциональная); 2. понятие «информация» используется в значениях, отражающих разные функции: процесс (отношение, взаимосвязь) и состояние (результат действия на структуру); 3. неопределенность значения в зависимости от направления информационного процесса: система-источник выступает в роли потенциальной информации, а система-приемник в качестве актуальной информации т. е. системы; 4. нарастает субъективность восприятия знаний, отражающего личный опыт и профессиональную направленность, уровень социокультурного развития общества; 5. *обостряется дефицит знания качественной стороны информационных процессов и социальный заказ на исследования информации в природе.*

Преимущество географических исследований информации — работа в «идеальной лаборатории» природы: 1. без разрушения естественных горизонтальных и вертикальных связей, 2. в координатах географического пространства-времени, 3. с учетом генезиса систем и всех форм движения.

**Новое определение информации как организованного разнообразия природы и ее моделей**, сформировалось в наших исследованиях отражения природного процесса — режима освещения Земли (семиотика природы) в графическом знаке и знании (семиотика культуры) [16, 27].

В его основу было положено наиболее широкое из существующих определений — *информация, как наличие всякой неоднородности в пространственно-временном распределении материи и энергии* (по В. М. Глушкову, 1964), приближение которого к задачам исследования информации в географическом пространстве учитывало два обстоятельства: 1. не представляется возможным охватить *все* разнообразие природы, 2. для адаптации человека в окружающем мире необходимо учитывать, в первую очередь, объективные, повторяющиеся и необходимые связи — *законы природы*. Согласованность новой дефиниции с исходным определением В. М. Глушкова обеспечивается принятым в современной научной парадигме пониманием случайности, как непознанной закономерности, сближающим «любую неоднородность» и «организованное разнообразие».

Новое определение позволяет рассматривать процессы передачи информации, как отдельно в природных и искусственных системах, так и в системе «природа — общество», что актуально для развития целого ряда новых междисциплинарных направлений, включая экологическую географию и геоэкологию, историческую, семиотическую, сакральную и культурную географию (географию культуры). На международных симпозиумах по оптике 2013–2015 гг. была отмечена применимость этого определения к задачам экспериментальных исследований. Одновременно, по рекомендации физиков-оптиков, в арсенал теоретических инструментов исследования информации в географическом пространстве было включено понятие «поле».

Философским базисом нашего определения выступают атрибутивная концепция информации, системная парадигма и теория отражения. Общенаучная методология обеспечена понятиями «структура», «алгоритм», «порядок» (организация и самоорганизация), а специфика географического подхода — применением в геопространстве на основе методов географических исследований, с учетом общих закономерностей структуры и функционирования, динамики и эволюции географической оболочки. На основе этого определения информации разработан географический подход, который, с учетом методов и задач,

можно охарактеризовать как системно-информационный. Понятийная структура системно-информационного подхода устанавливает связи между основными свойствами и функциями информации и системой географического пространства-времени в контексте существующей научной парадигмы (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение основных понятий  
системно-информационного подхода**

Информация	Основные состояния	Процессы	Вертикальная структура поля — пространства	Ресурсы информации	Использование человеком
Форма континуальности — информационное поле; форма дискретности — пространство-время	Информация реальная (структуры) и потенциальная (процессы), активная (актуальная) и пассивная (латентная)	Отражение при взаимодействии: передача, кодирование, сохранение и трансформация	<b>Информационное:</b> знания	Культура	Различные формы адаптации, включая создание информационной системы жизнеобеспечения
			<b>Геокультурное:</b> культура материальная и нематериальная		
			<b>Географическое:</b> географическая оболочка Земли	Природа	
			<b>Космическое:</b> планета Земля, Солнечная система, Вселенная		

*Информационное поле — непрерывная неоднородность распределения вещества и энергии в пространстве-времени.* В структурной схеме (табл. 1) информационное поле передает континуальность — непрерывность информации как атрибута материи, бесконечной вширь и вглубь, а дискретность рассматривается как форма проявления информации через пространство-время. В качестве основных состояний информации выделяются: потенциальное и реализованное, активное и пассивное. За основу всех видов информационного взаимодействия принимается отражение. Вертикальная неоднородность информационного поля представляется в виде *системы вложенных соподчиненных пространств* — уровней реализации организованного разнообразия природы.



Наиболее объективно соотношение пространств — космического, географического и геокультурного, отображает сферическая модель, разработанная нами на основе классической концепции оболочечного строения Земли [14], но в ней информационное пространство не обозначено, а лишь мыслится как часть культуры. Для иллюстрации иерархии всех выделенных пространств может служить образ многоярусной пирамиды (рис. 1), хотя, в действительности, каждый последующий уровень представляется точкой на вершине предыдущего.

*Космическое пространство* охватывает Вселенную и объекты Солнечной системы, включая планету Земля, подчиненную космическим законам.

*Географическое пространство* понимается как форма существования и способ связи географических объектов в пределах географической оболочки Земли — на схеме это внешний контур. По возрасту, массе вещества, энергии и информации, по социальным функциям геопространство представляет основу геокультурного и информационного пространств. Особое положение геопространства заключается так же в том, что через его особенности (сферичность, пространственно-временная организация, эволюция и другие общегеографические закономерности) *преломляется* конструктивное воздействие космоса.

На основе географического формируется *геокультурное пространство* — форма существования и способ связи объектов, процессов и явлений «второй» природы [23]. В географических науках культура традиционно рассматривается как опыт адаптации, направленный на выживание и развитие общества, а геокультурное пространство исследуется на основе принципа географического детерминизма с учетом многогранного отражения ландшафта в культуре и культуры в ландшафте.

Культура включает знания, выделяемые в *информационное пространство*, объектами которого выступают знаки природы, материальной и нематериальной культуры и их связи, раскрываемые системой понятий, образующих в совокупности информационную модель мира (ИММ). К мифопоэтической модели мира гуманитарных исследований, ИММ добавляет количественные соответствия, это позволяет объективно раскрыть причинно-следственные отношения в системе «человек — природа». Информационное пространство — наиболее динамичная подсистема геопространства, вершина «айсберга» природного и культурного разнообразия, — освоенная часть ресурсов

информационного поля, доступная для использования на данном этапе развития технологии (цивилизации). Место человека в такой модели — вершина пирамиды.

Если территориальность геокультурного пространства очевидна, и оно, рассматривается в географии культуры и исторической географии по существу, как форма геосистемы, то информационное пространство может показаться независимым от географического пространства-времени, — отсюда берут начало все идеалистические концепции, внедряемые в сознание современного общества. В отличие от гуманитарных подходов, география располагает богатой базой фактических данных, количественными методами и теоретическими инструментами для рассмотрения информационных процессов в системе «природа — общество» на материалистической основе.

На каждом уровне — «этаже пирамиды» и далее, — внутри каждого пространства (т. е. по отношению к рассматриваемой системе), можно различать информацию потенциальную и реальную, в активном и пассивном состоянии. Потенциальная информация — изначальное свойство материи и любой надсистемы в «матрешке» иерархических отношений, основанное на движении (процессы); реальная информация (реализованная) — разнообразие существующих систем и моделей (структуры); выделение активного и пассивного состояний информации подразумевает не абсолютное противопоставление, а разные формы участия в информационном процессе — прямое и опосредованное скрытое.

Следуя алгоритму системного подхода, структура исследования учитывает предложенный в кибернетике фактор целеполагания, за которым предметно-ассоциативное идеалистическое мышление видит абсолют мирового сознания и управления. Наша концепция информационного моделирования опирается на общие географические закономерности, в которых управление понимается как конструктивная роль надсистемы (по К. Н. Дьяконову), определяющая диапазон возможностей системы (у нас — потенциальная информация, ее максимально возможное выражение — хаос); далее предполагается, что все формы движения «от хаоса к космосу» направляет разность потенциалов (реализация мирового запаса свободной энергии в информации — по А. Д. Арманду); учитывается, что окружение географического пространства представляет Космос — образец высокой упорядоченности (особенно при сравнении с динамичными ландшафт-

тами Земли). Отражение этого порядка проявляется на всех уровнях: географическое пространство «живет» по географическим законам, но подчиняется космическим, — в адекватности всех структур условиям облучения, поля силы тяжести, проявлениям приливных и других взаимодействий; геокультурное пространство — аналогично, подчиняется не только социальным, но географическим и космическим процессам; наконец, информационное пространство отражает (моделирует) целостное информационное поле, но в той его части, которая связана с существованием человека. Очевидно и то, что, при ведущей роли внешней регуляции, направляющей общее развитие, качество систем определяет совокупность внутренних процессов (саморегуляция и самоорганизация).

Первичной целью информационного моделирования у всех форм жизни является адаптация. Адаптация (лат. *adapto* — приспособляю) — процесс приспособления к изменяющимся условиям внешней среды. Понятие используется в биологии (биологическая, физиологическая), археологии, этнографии, географии культуры, эволюционной географии и междисциплинарных исследованиях (экологическая, социальная). Мы рассматриваем адаптацию (а в ней, — ориентирование в пространстве-времени), как главное условие жизнеобеспечения и форму освоения материи. Такая абсолютизация освоения согласуется с теорией отражения, в которой конечной целью движения материи называют познание.

В данном исследовании, адаптация — оптимизация деятельности человека на основе адекватного моделирования природных процессов, а для характеристики информационной составляющей адаптации предлагается понятие «информационная система жизнеобеспечения» — система фактических данных, инструментов и понятий, характеризующих жизненно-важные объекты, процессы и явления окружающего мира. Очевидно, системно-информационный подход расширяет смысловое наполнение безопасности жизнедеятельности — науки о безопасном взаимодействии человека со средой обитания.

Информационные ресурсы — разнообразие окружающего мира, доступное для использования, в структурной схеме по генезису разделены на природные и культурные (табл. 1), по отношению к технологии выделяются реальные и потенциальные и, при детальном анализе, могут быть рассмотрены отдельно для каждого пространственного уровня. При этом, в ресурсах каждого уровня можно проследить конструктивное влияние надсистемы и ее частей (внешние

связи) и обратную связь от подсистем (внутренние связи) — совокупность которых обеспечивает проточность, следовательно, устойчивость всей системы.

Очевидно, информационные ресурсы географического пространства формируются в первую очередь под воздействием планетарно-космической природы, но отражают, так же, влияние деятельности человека. Эти факторы, очень сложно, но необходимо, выделять: в геоэкологии, например, это — проблема оценки параметров антропогенного воздействия и экологического состояния ландшафта. Информационные ресурсы геокультурного пространства формируются на пересечении факторов географической среды и социального опыта — культуры: здесь остро стоят проблемы датировок объектов природы и культуры, разделения искусственных элементов автохтонного и аллохтонного генезиса, их культурной и этической принадлежности, но для определения природных истоков традиции до сих пор не была разработана методология. Ресурсы информационного пространства так же отражают все уровни вмещающей надсистемы и сложность внутренней организации — баз данных, систем знаков и знаний. Как ни парадоксально, проблема выделения природной и искусственной составляющей здесь до сих пор не ставилась, например, в семиотике, было достаточно разделения знаков по принципу отражения субъективной (знак-символ, — по договору) или объективной реальности (знак-икона, — по подобию), а третья группа, выделенная Ч. Пирсом для указания связи с обозначаемым в пространстве-времени (знаки-индексы), применения не находила.

В структуру разработанного системно-информационного подхода вошли так же понятия: информационные процессы — передача, кодирование, сохранение и трансформация информации, или отражение разнообразия при взаимодействии объектов, явлений, процессов окружающего мира; информационное взаимодействие — обмен информацией, понимаемый как недетерминированный процесс, т. к. воздействие и отклик не всегда совпадают в пространстве-времени; информационная проточность — высокий уровень процессов внешнего и внутреннего информационного взаимодействия; информационное общество — общество в условиях высокой проточности информации, системный кризис цивилизации — общество в условиях нарушения поточности информации.

Понятийный аппарат, разработанный для исследования информации в географическом пространстве, не отменяет уже существующие

дефиниции, а дополняет и уточняет содержание, расширяя область их применения. Для сравнения, приведем некоторые примеры специальных определений: «информационные процессы — процессы создания, сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, распространения и потребления информации» (ФЗ № 85 от 04.07.96); «информационное взаимодействие — процесс взаимодействия двух и более субъектов, целью и основным содержанием которого является изменение имеющейся информации хотя бы у одного из них» (Словарь бизнес-терминов).

Многоликость проявления информации позволяет нам сформулировать **закон сохранения информации** — информация не исчезает, а переходит из одного состояния в другое [12]. В классическом примере с падающей монетой, движение соответствует потенциальной информации о возможных её стационарных состояниях, при остановке определенная часть этой информации реализуется, возобновление движения открывает перспективы для реализации скрытого потенциала. Закон сохранения, так или иначе, развивают многие исследователи, в частности, синергетическая теория информации: «при любых структурных преобразованиях дискретных систем, происходящих без изменения общего числа их элементов, сумма хаоса и порядка в структуре систем всегда остается постоянной величиной (закон сохранения суммы хаоса и порядка)» [3, с. 3].

Схематично сочетания основных состояний информации можно представить на пересечении двух осей (рис. 2): 1. потенциальная /реальная — по горизонтальной оси; 2. активная/ пассивная — по вертикальной оси.

<b>ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ</b> процессы	<b>АКТИВНАЯ</b> актуальная		<b>РЕАЛЬНАЯ</b> структуры
	<b>ПА</b>	<b>РА</b>	
	<b>ПП</b>	<b>РП</b>	
	латентная <b>ПАССИВНАЯ</b>		

Рис. 2. Основные состояния информации

Выделяются четыре типа сочетания состояний: ПП — потенциальная пассивная, ПА — потенциальная активная, РА — реальная активная, РП — реальная пассивная. Состояния определяются по отношению к конкретной системе (относительны) и связаны через свою активную форму — взаимодействие и движение. Например: ПП — Вселенная; ПА — солнечная активность; РА — геосистемы, системы; РП — память: геологическая, генетическая, культурная и т. д.

Переход потенциальной информации ландшафта в реализованное состояние рассмотрен на материалах наших эколого-географических исследований склоновых геосистем в среднем течении реки Луги [12]. Переход потенциальной информации режима освещения в знаки и знания, в процессе ориентирования в пространстве-времени, рассмотрен нами на примере развития технологии навигации и закономерностей информационного моделирования [13–17].

Выделение потенциального и реального состояний информации в природных и природно-культурных системах хорошо согласуется с содержанием известных принципов: географического детерминизма, разности потенциалов как основы движения, экспоненциального развития и других. Например, большие ресурсы нереализованной потенциальной информации могут объяснить экспоненциальный характер структурных процессов на первых этапах развития и «плато выравнивания» параметров на этапе приближения к равновесному состоянию (климатическое состояние экосистем, сформированный продольный профиль реки, профиль равновесия склона и т. п.).

Усложнение системы можно рассматривать как переход информации из потенциального состояния в реализованное, деградацию — как обратный процесс, непосредственное участие в реализации процесса — активное, актуальное состояние, а структуры памяти — как относительно пассивное, но, по сути, — латентное. В развитых системах память составляет большую часть информации и представляет собой необходимый фундамент устойчивости, даже если значительная её часть непосредственно не используется (массы напластований геологических структур, сформированные коренные ландшафты, генофонд популяции, индивидуальный опыт, традиционные национальные культуры). Обращение к памяти — моделям успешно завершённых состояний, происходит постоянно и обеспечивает сохранение качества.

Особый теоретический и практический интерес представляют **способы сохранения информации**. За «точку отсчета» в этом поис-

ке можно принять состояние, определяемое понятием «хаос». Примечательно, что существующая научная парадигма не имеет четкого определения этого понятия [12, 16]. Рассматривая варианты его проявления, авторы подчеркивают, что любой мыслимый хаос несет в себе зачатки и элементы структуры. Более того, даже теоретически предполагаемая полная однородность может быть рассмотрена как пример четкой организации.

В анизотропном географическом пространстве однородность полностью исключена, неоднородность можно понимать как причину и результат движения, а **сохранение информации «в широком смысле» — возможность развития или воспроизведения структуры в любой точке пространства-времени.** Так, освоение природных сред — водной, наземной и воздушной на разных стадиях эволюции органического мира приводило к формированию аналогичных адаптационных приспособлений (конвергенция, схождение признаков разных биологических видов в сходных условиях среды). Возможности сохранения такого типа показали так же наши исследования семиотической продуктивности астрономического инструмента — гномона солнечных часов-календарей, который в древности подарил миру надежную астрономическую основу всех систем измерения, а с ней — все науки и искусства. Символизм гномона-посоха, как образа вечности, сформировался на основе его способности транслировать информацию пространства-времени до тех пор, пока существует источник света. Как видим, этот тип сохранения основан на относительной консервативности надсистем, т. е. информации в потенциальном состоянии. Через индексы состояний (рис. 2) это сохранение можно отобразить как ПА — РА.

**Сохранение информации «в узком смысле»** обеспечено кодированием — переходом в экономичную сжатую форму, которое позволяет создать модель (лат. *modulus* — мера) — объект-заместитель объекта-оригинала. На основе навигационной концепции получен алгоритм кодирования природного процесса в моделях разного типа (навигационных, топонимических, картографических, семиотических, лингвистических, сакральных) и показано, что основу ИММ составляет пространство-время [14–17]. Это, кстати, подтверждает адекватность отражения информации природы на протяжении всей истории цивилизации.

Объективный процесс пополнения, усложнения и обновления моделей приводит к обогащению культуры и накоплению культурной

памяти РА — РП. При сохранении внешней формы, отрыв от практики или активное включение в процессы развития, приводят к потере первоначального содержания. Гуманитарные исследования, за отсутствием специальных знаний о природных процессах, вынуждены создавать реконструкции «сверху» («от настоящего к прошлому»), через поиск повторения в ассортименте модификаций с присвоением ему статуса исходного элемента, — такой путь реконструкции применяется в сравнительном языкознании, культурологии, археологии и дает, как правило, искусственные схемы и непроверяемые результаты.

Системно-информационные исследования на основе навигационной ИММ показали, что реконструировать, т. е. восстановить информацию, позволяет алгоритм повторного воспроизведения и сравнение полученной модели с исследуемым объектом. Это — реконструкция «снизу», т. е. от первоисточника (природы). Такой метод реконструкции позволяет значительно повысить уровень качества создаваемых моделей, например, определение автохтонности древних артефактов с календарными функциями по искусствоведческим критериям опираются на субъективное мнение эксперта и сравнение с единичными объектами сходного стиля и техники исполнения, а расчет астрономических, географических и ландшафтных параметров (воспроизведение информации надсистемы) объективно показывает степень функционального соответствия тестируемого объекта условиям конкретного пространства и времени.

Конечно, в динамичном мире полного повторения и копирования никогда не происходит. Не сохраняются в неизменном виде и «прототипы» систем и моделей. Поэтому, из всех способов сохранения в географическом пространстве наиболее распространены **динамическая устойчивость и развитие**, предполагающие максимальную информационную проточность систем. Устойчивость такого типа широко проявляется в природе и может быть обозначена как ПП-ПА-РА-РП. Гибкость геокультурного пространства проявляется в сакрализации и сохранении жизненно важных элементов в условиях любых социокультурных трансформаций [17]. Эластичность информационного пространства отражается в адекватной реакции на реальные изменения природы и общества вне зависимости от установок, исходящих из противоречивых источников. Так, ограниченности управленческих решений и тотальной войне, как инструменту глобализации [1], противопоставляются новые средства навигации,



коммуникации, программные средства и технологии системного анализа, как выражение иммунитета целостного природно-культурного организма — человечества. История показывает, что какие бы деформации не испытывала природно-культурная среда, потоки восстанавливают нарушенное качество [17]. Можно предположить, что такая динамическая устойчивость будет воспроизводить и поддерживать систему планеты Земля в равновесии, пока существует Солнце.

Исследования информации в географическом пространстве обеспечивают восстановление связей в единой географии, повышают эффективность междисциплинарных исследований и общую информационную проточность, как основу устойчивости нашей цивилизации.

### 8.3. НАВИГАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МИРА

Основные блоки информационной модели мира (ИММ) раскрывают разные аспекты и уровни моделирования пространства-времени (рис. 3): первый базисный уровень — навигационный, создает пространственный и понятийный каркас ИММ; второй уровень моделирования отражают семиотический, лингвистический, картографический, топонимический, мифологический блоки, которые кодируют, дублируют и тиражируют жизненно-важную навигационную информацию; и венец модели — традиция, которая выполняет функцию отбора и длительного хранения проверенной на практике информации для поддержания непрерывности Жизни, включая Возрождение.

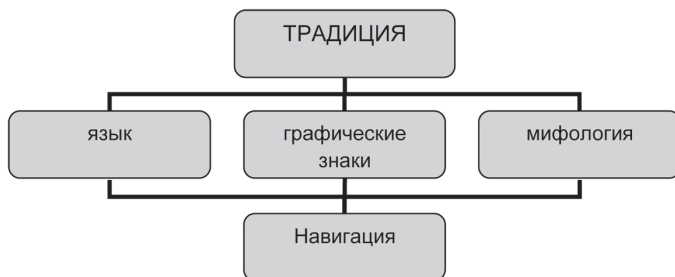


Рис. 3. Структура информационной модели мира

Базисные процессы и явления формируют опорные ориентиры, фундаментальные понятия, значение которых бесценно, и потому сакрално, а их форма меньше других подвергается трансформации. Структурообразующим потоком, который поддерживал устойчивость функционирования этой модели на протяжении истории нашей цивилизации, выступала непрерывность практического использования солнечного света в обеспечении порядка.

На первом уровне (навигация) формируется система астрономических инструментов, технологий и сетей навигации: локальных, региональных, глобальных. Второй уровень представляют знаки-знания, производные от навигационных технологий — маркеры, шкалы географического пространства-времени (фонетические, графические, образно-символические).

#### 8.4. НАВИГАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ КУЛЬТУРОГЕНЕЗА И АНРОПОГЕНЕЗА

Главную роль в системе биологической и надбиологической адаптации играет навигация — движение и ориентирование в географическом пространстве-времени. Главным источником энергии и информации для процессов, протекающих на поверхности Земли, является Солнце. Для большинства живых организмов, солнечный свет — это, одновременно, «сигнал» и «пища» (т. к. определяет состояние ландшафта и продуктивность кормящих популяций).

Освоение пространства и его ресурсов, выживание и развитие живых организмов обеспечивают различные виды астрономической навигации: фототаксисы, гео- и гелиотропизмы, фотопериодизм, биологические часы, ближние и дальние миграции, ориентировочный рефлекс. Предки современного человека более 2,5 млн лет вели кочевой образ жизни и накапливали навыки инструментальной астрономической навигации, наиболее широко расселились представители *Homo erectus*.

На примерах исторического времени можно проследить, как транспортные и продуктовые потоки формировали структуру и поддерживали устойчивость социоприродных и социально-экономических систем. Сегодня направления потоков вещества, энергии и информации определяют сеть водных, сухопутных, воздушных путей. Однако,

даже при наличии развитой инфраструктуры коммуникаций, потребность в инструментах ориентирования сохраняется, а наиболее надежной основой навигации остается космос (при этом широко применяются, как GPS-навигация, так и народные способы ориентирования по Солнцу и по звездам).

#### 8.4.1. Объекты, методы и теоретические основы

Навигационные модели культурогенеза и антропогенеза разработаны на основе исследований инструментальных функций объектов культурного наследия (каменного и бронзового веков). Были предложены реконструкции алгоритмов создания и навигационного использования северных лабиринтов и петроглифов Карелии, объектов Среднерусской возвышенности, Урала, Кавказа и Горного Алтая и других регионов [10–16, 25–35]. В работе применялись стандартные полевые и камеральные методы географии и астроархеологии. Проводилось измерение размеров объектов и расстояний, определение азимутов в структуре объектов, палеоастрономические расчеты и антропометрический анализ. На основе карт и космических снимков проведен линеаментный анализ окружающих ландшафтов: в рисунке ландшафта выделены линеаменты — линейные структуры (спрямленные элементы рельефа, цепочки озер, границы болот, лесных массивов), построены розы-диаграммы встречаемости измеренных направлений.

Исследования показали, что на всех объектах, независимо от возраста (от 12 000 до 4000 лет), главным инструментом была тень гномона (обратное визирование). Однако, в окружающем ландшафте выделяется грубый сильно разрушенный валунный материал, удобный для проведения пригоризонтных наблюдений (прямое визирование). Кроме того, линейные элементы рельефа и форма горизонта на месте расположения объектов удобны для астрономических наблюдений, так как соответствуют астрономически значимым азимутам (*азимут* — угол между направлением на север и на предмет или точку горизонта). Технологическая многослойность таких комплексов (согласованное расположение природных ориентиров, рукотворных привнесений в ландшафт и искусственных объектов, обладающих инструментальными возможностями, отмечается практически повсеместно) свидетельствует о непрерывной традиции и рациональной основе сакрального статуса, связанной с информационной функцией объекта и его места.

Получены доказательства астрономической природы знака на основе сравнительного анализа графиков тени солнечных часов в дни астрономических кульминаций (рис. 4) и структуры знаков и образов разного возраста — от каменного века до наших дней (петроглифы, солярные знаки, мифологические образы, современные знаковые системы).

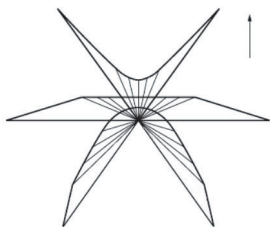


Рис. 4. Тени в дни равноденствий и солнцестояний. Гномон — точка в центре



Рис. 5. Мировое дерево в чаше

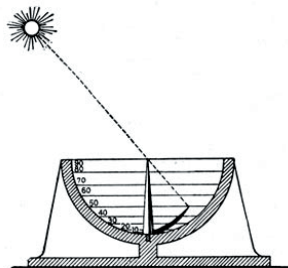


Рис. 6. Скафис Эратосфена

Результаты проведенных исследований обобщены авторами в навигационной концепции информационного моделирования мира. Концепция согласуется с фундаментальными положениями естественных наук, тенденциями развития современного научного знания [2, 4, 6–9, 22–23], и послужила основой для дальнейших исследований и теоретических построений.

#### 8.4.2. Солярная навигация как основа абстрактного мышления

Астрономические знаки абстрактны по форме (например: направления на точки горизонта, графики тени), но конкретны по содержанию, направленному на жизнеобеспечение. Отсутствие дорожной

инфраструктуры, готовых календарей и таймеров заставляло древнего человека постоянно воспроизводить информацию о пространстве и времени. Это позволяет предположить, что не человек создал знак, а *знак создал человека*. Перечислим некоторые аргументы, подтверждающие наш тезис, что ориентирование в пространстве-времени по Солнцу могло стать основой формирования абстрактного мышления.

1. *Астрономические ориентиры более надежны, чем объекты динамического ландшафта (т. к. надсистема более инертна)*. Динамичность объектов определяется их массой (масса — мера инертности тел). Масса Солнца и Вселенной больше, а скорость изменений меньше, по сравнению с ландшафтами, покрывающими поверхность Земли. Относительную устойчивость астрономических ориентиров подчеркивали античные философы, которые назвали пространство, окружающее планету, *космос* — «порядок». Динамичность элементов ландшафта отражают древние изречения «в одну реку нельзя войти дважды», «все течет, все изменяется», «ничто не вечно под Луной». Инерционные свойства объектов природы учитывались в повседневной практике. Так, для астрономических наблюдений и фиксации важных дат календаря выбирались самые устойчивые элементы ландшафта: устойчивые к выветриванию коренные породы, тектонические трещины, крупные эрозионные и тектонические формы (останцы, горные вершины и ущелья). Высокая устойчивость к подвижкам и разрушению позволяла использовать инструмент длительно, передавать информацию из поколения в поколение. Благодаря монументальности, многие объекты сохранились до наших дней.

2. *Свет — самый мощный сигнал в географическом пространстве*. Это положение, вероятно, не требует особых пояснений. Очевидно, что все живые организмы подчиняются суточным и годовым ритмам освещения, т. к. от режима освещения зависит весь комплекс экологических условий (температура, увлажнение, обеспеченность пищей). Основные корреляции режима освещения, физиологических процессов и поведенческих реакций «записаны» в генетической программе биологических видов. Эволюция человека связана с инструментальной деятельностью вообще и с инструментальным астрономическим ориентированием — в частности. В целом, развитие технологий выступает фактором повышения эмансипации человека от условий окружающей среды. Снижение силы прямых воздействий среды смягчает действие естественного отбора и затрудняет «редактирование»

и «поддержание» генетических программ адаптации, в том числе, обеспечивающих биологические механизмы ориентирования в пространстве-времени. Отсюда — повышение роли технологий инструментального ориентирования (положительная обратная связь).

3. *Регулярное повторение светового сигнала, при пищевом подкреплении, формирует условный рефлекс.* Данное положение сформулировано в работах по физиологии высшей нервной деятельности. Оно опирается на известные опыты академика И. П. Павлова, которые объяснили механизмы формирования условного рефлекса (эксперименты с собакой, в желудок которой была вшита фистула для отведения части желудочного сока). Повторное сочетание кормления с включением лампы приводит к формированию устойчивой связи между двумя раздражителями (1-й раздражитель — свет, 2-й — пища). Впоследствии достаточно было включить лампу, чтобы у собаки началось выделение желудочного сока, что подтвердило возбуждение двух нервных центров, между которыми сформировалась связь. Аналогично формируются и другие условные рефлексы. Регулярное подкрепление связей лежит в основе выработки автоматизма (формируется динамический стереотип), а отсутствие подкрепления приводит к полному ослаблению связи. Ориентирование в пространстве-времени осуществляется с целью эффективного использования ресурсов и прогноза неблагоприятных условий, которых следует избегать. Сочетание световых сигналов Солнца и действий (связанных с астрономическим ориентированием), подкрепляемых пищей или иным очевидным успехом, может сформировать устойчивую связь между зрительными и другими нервными центрами.

4. *Ориентировочный рефлекс является первостепенным для адаптации.* Это положение сформулировано в этологии — науке о поведении животных. Экспериментально доказано, что главным безусловным рефлексом, решающим задачи самосохранения организма, является ориентировочный рефлекс. Например, животное, помещенное в незнакомую комнату (или иные новые условия), не начнет прием пищи до тех пор, пока не обследует помещение. Все жизненные требования, включая проявления инстинкта размножения, уступают по силе и значению ориентировочному рефлексу. В путешествии по незнакомой территории первостепенность ориентирования можно почувствовать на личном опыте. По правилам ориентирования на каждой остановке для отдыха следует сориентироваться по карте и компасу, отметить точку и записать трек в GPS-навигаторе.

5. *Язык, как модель окружающего мира и средство коммуникации, начинается с обозначения места и времени.* При наличии дорожной инфраструктуры ориентироваться намного легче. Тем не менее, вопросы, наиболее часто задаваемые незнакомыми людьми в населенном пункте, относятся к расположению объектов и направлений. Поскольку, информация о пространстве-времени имеет первостепенное значение, можно предположить, что первые слова, созданные человеком, обозначали место, время, расстояние и направление. Глобальный инвариант основных географических направлений и универсальные технологии солярного ориентирования легко объясняют феномен ностратического родства языков.

6. *Положение в пространстве-времени уникально для каждого объекта и может быть основой его обозначения.* В одной точке пространства-времени не может располагаться более одного объекта. Координаты объекта в географическом пространстве-времени отражают его функциональные связи в структуре системы, следовательно, его качество. Система позиционирования основана на измерении и связана с числом. Во многих языках сохранились личные имена и местоимения, производные от числительных: Иван — первый, Бен — второй, Тор — третий; я — первый, ты — второй.

7. *В антропогене средние температуры на Земле были отрицательными, что повышало значение астрономической навигации.* Понижение температуры сопровождается уменьшением биомассы, перестройкой ландшафтов, изменением ареалов биологических видов, массовыми миграциями популяций за пределы хорошо освоенной и интуитивно узнаваемой территории. На примере полярных областей планеты можно видеть, что повышение континентальности климата сопровождается повышением его контрастности в пространстве и во времени, а снижение биомассы сопровождается снижением устойчивости ландшафта и повышением его чувствительности к любым воздействиям. Поэтому в условиях холодного климата целесообразно кочевое природопользование, распределение антропогенных нагрузок на большом пространстве.

8. *Около 2,62 млн л. человек вел кочевой образ жизни и накапливал навыки навигации.* Палеолит занимает 99% антропогенеза, это — время плейстоценовых похолоданий и присваивающего хозяйства (охота, собирательство). В голоцене ( $\approx 10\text{--}14$  тыс. л. н.), в условиях потепления глобального климата, человек перешел к производящему типу хозяйства и оседлости. В навигации, как и в других видах

деятельности, сложность практических задач определяет уровень массовых знаний и навыков. Этнографические исследования, посвященные сравнению культуры охотников и земледельцев, показали значительное упрощение календаря, инвентаря и словарного запаса в условиях изнурительного труда на ограниченном пространстве. Это согласуется с общим правилом эволюции — малоподвижные и прикрепленные формы, как правило, более просты по своей организации, чем подвижные родственные биологические виды.

9. *Астрономическая навигация наиболее востребована на море, где нет других ориентиров.* В открытом море нет ландшафтных ориентиров, а избежать выхода в открытое море невозможно (в крайнем случае, это может быть результатом шторма). Идти вдоль берега опасно: можно оказаться на мели или ударить судно о скалы. Прибрежные воды особенно изменчивы в приливных морях с отмелью берегом. Изрезанная береговая линия (с сильно вдающимися заливами) заставляет двигаться от мыса к мысу. Освоение островов так же заставляет удаляться от материка и в пути обходиться без наземных ориентиров.

10. *Солярная навигация не имеет конкуренции в условиях полярных дней и белых ночей.* В полярных областях и приполярных областях наблюдаются такие феномены освещения, как полярные дни и белые ночи. В условиях полярного дня Солнце является единственным доступным для наблюдения астрономическим ориентиром. Во время белых ночей звезды слабо выделяются на светлом небе. Сезон морской навигации в морях Северного Ледовитого океана приходится на лето. В полярных районах, летний сезон — период активной хозяйственной деятельности, здесь наиболее заметна связь солнечного тепла и жизни, которая может быть не столь очевидна в субтропических и тропических районах (особенно в аридной части). По этой причине древний солнечный культ наиболее тесно связан с Севером. В античных источниках Север называется домом Солнца и по тому, что там оно ночует (уходит за горизонт).

11. *Наиболее динамичны по режиму освещения регионы Арктики (56° с.ш. — граница Арктики по Евдоксу Книдскому).* В античное время были созданы классификации, с выделением тропика, полярного круга и других важных границ. В модели Евдокса Книдского граница Арктики проведена на широте 56°, в истории науки эта граница связывалась с условиями ориентирования по созвездию Большой Медведицы. Расчеты азимутов на каждый градус геогра-



фической широты северного полушария показывают дополнительный навигационный смысл этой границы. На широте  $55^{\circ}50'$  (широта Москвы) точки восхода/захода Солнца в солнцестояния отклоняются от меридиана на  $45^{\circ}$  (азимуты, проведенные из центра наблюдений образуют правильный крест, который вместе с основными географическими направлениями образует розу ветров или солярный знак с радиальной симметрией). Более того, в сторону экватора ( $0-55,5^{\circ}$ ) азимут восхода изменяется постепенно на  $21,1^{\circ}$  ( $66,6-45^{\circ}$ ), а в направлении полярного круга ( $55,5-66,5^{\circ}$ ) — очень динамично: на  $45^{\circ}$  ( $45-0^{\circ}$ ).

#### **8.4.3. Солярная навигация как основа культурогенеза**

В работах по исторической географии В. И. Паранин показал, что ориентирование по Солнцу стало основой пространственной структуры и топонимической маркировки территориальных систем [8]. С этими научными положениями согласуются наши результаты и выводы, полученные ранее другими авторами — в исследованиях пригоризонтных обсерваторий и истории астрономо-математических знаний [2, 6, 10].

Сегодня известно, что изображения карт предшествуют письменности, а наиболее ранние из известных карт — карты звездного неба. Самые древние из прочтенных записей — таблицы Др. Вавилона (6000 л. н.) с расчетами угловой высоты полуденного Солнца и тени фигуры среднего роста, измеренной стопами. Таблицы составлены для семи широт  $(90^{\circ}/7) \cdot n$  (где  $n = 1, 2, 3, \dots, 7$ ), которые отмечены наиболее грандиозными древними сооружениями и захоронениями вождей. Например, на широте около  $51,5^{\circ}$  расположены Стоунхендж, Аркаим, Аржан и многие крупные города Европы. На широтах  $52^{\circ}$  и  $38^{\circ}$  длина тени в зимнее и летнее солнцестояние соотносится как 7:1 и может быть записана на стандартном посохе длиной 7 футов (очевидно, пожелание «7 футов под килем» связано с промерами глубин шестом такого размера).

Развитие навигации и отсутствие государственных границ обеспечивало свободу передвижения и широкие межкультурные коммуникации, интенсивный обмен продуктами и технологиями. Еще в работах В. И. Паранина доказано, что Великая Мидия античных авторов не была страной в современном представлении, а представляла собой степной регион, симметричный относительно  $45^{\circ}$  с.ш. — золотой середины между полюсом и экватором. Характеристика кочевого

образа жизни, когда летом стада перегоняли к северу, а зимой — к югу от Кавказа, хорошо согласуется с условиями степей умеренного и субтропического пояса и положением Кавказа как регионального климатораздела. Такая модель хорошо объясняет значительную концентрацию гидронимов с иранскими корнями в степных районах европейской территории России.

Меридиональные связи хорошо прослеживаются так же по крупным рекам Евразии, по ареалам распространения каменных лабиринтов на севере Европы, а их изображений — в Средиземноморье и на Кавказе.

Как было показано в нашей работе по экологии цивилизаций, развитие технологий навигации выполняло роль локомотива общественного сознания и становилось основой социокультурной парадигмы [15]. Так, на основе технологии пригоризонтных наблюдений неизбежно формируется модель сознания, отражающая системное «единство значимых частей». Примерами такого мышления могут быть: пантеон богов — планет, Луны и Солнца, персонификация 12-ти месяцев года и сил природы. В устройстве общества такому мышлению соответствуют институты вожDESTВА, социальное равенство и демократия.

Гномон солнечных часов-календарей позволил определить географическую широту и повысить надежность системы навигации: связал существующие обсерватории в региональную и глобальную сеть, помог измерить планету — т. е. создать Мир из Хаоса. Но, измененное пространство было разбито системой границ, а сам моноинструмент стал образцом организующего центра. Отражение в сознании процессов поляризации реальности (центр — периферия, свое — чужое, живое — косное, хорошо — плохо) впервые отмечается в культуре железного века, а в искусственной городской среде достигает своего апогея (войны, все формы зависимости и системный кризис цивилизации, как следствие ограниченности мышления). В эпоху новых технологий навигации и мощного развития коммуникаций человечеству представляется возможность вернуться к целостному мышлению, восстановить связи и, следовательно, устойчивость в системе «человек — природа».

Перечислим некоторые основные направления влияния технологий навигации на культуру.

*1. Измерение формирует систему обозначений.* Этот пункт можно считать первичным и для сапиентации, поскольку ее процессы

неразрывны с развитием общественной культуры и современной цивилизации (иными словами, культурогенез и антропогенез неразделимы). Именно *измерение с помощью инструментов* — то новое поле деятельности, на котором могла сформироваться новая система понятий (все остальные сферы жизнедеятельности есть у животных, особенно у социальных форм: строительство, выращивание потомства, перемещение на большие расстояния). Самый первый измерительный инструмент — ландшафт, преобразованный для ориентирования в пространстве-времени, представляет собой мощный фактор развития абстрактного мышления, т. к. заставляет считать искусственно привнесенные знаки-маркеры, отражающие его жизненно важные количественные характеристики (положительная обратная связь).

2. *На петроглифах каменного и бронзового веков простые геометрические знаки предшествуют более сложным художественным изображениям.* Исследователь Карельских петроглифов Ф. Равдоникас первым измерил азимуты простых геометрических знаков (солярных и лунарных) и показал их высокую корреляцию с астрономически значимыми азимутами Солнца и Луны (на время создания изображений, 6000 л. н.) [18, 19]. Наши исследования на синхронных объектах Карелии и Горного Алтая показывают, что скалы с петроглифами повсеместно выполняют функции шкалы /циферблата солнечных часов-календарей, а их создание и использование основано на фиксации тени [34]. Последовательное прочерчивание тени вертикального гномона дает представление происхождении солярных знаков и типичных атрибутов мифологических образов (рис. 1, на основе графика легко моделируются образы: крылья, рога, рыбий хвост, лотос и др.). Тень загнутого или Т-образного посоха непрерывно рисует знак свастики. На Тиуновском камне (Вологодская область, Россия) можно проследить этапы создания изображений от каменного века до средневековья: сначала появились ориентированные астрономически значимые направления графические знаки (линии, решетки, радиальные лабиринты), поверх графики нанесены художественные образы (человек с ветвью на олене, шатер, дерево), затем руническое письмо и наконец, добавлены христианские кресты.

3. *Графики тени гномона солнечных часов-календарей соответствуют матрице современных знаков и знаковых систем.* Известно, что финикийское письмо состояло из солярных знаков, а в лингвистике и филологии сделаны первые успешные шаги в решении

задачи «перекинуть мостик» от солярных знаков к современным знаковым системам. Герман Вирт создал фонетические системы гласных и согласных звуков, связанные с годовым солнечным циклом. В исследованиях Олжаса Сулейменова проанализирована преемственность в морфологии существующих знаковых систем. Обсуждаемая связь настолько очевидна, что стала предметом для обсуждения на занятиях в дошкольных образовательных учреждениях Санкт-Петербурга (дети выполняют задание: на матрице из 6 пересекающихся линий найти все буквы алфавита). К этому остается добавить, что график тени гномона в дни солнцестояний и равноденствий представляет те же шесть направлений, но наполняет их конкретным смыслом.

4. *На росте человека пересекаются две основные системы измерения древнего мира — антропометрическая (сажень, фут) и астрономическая (длина тени фигуры, измеренной стопами).* Антропометрические меры длины использовались повсеместно почти до конца XX в. (работы Л. С. Марсадолова, И. Ф. Никитинского). Однако, до сих пор не проведено корреляции этой системы измерения с астрономической системой. Поскольку они соотнесены с ростом человека, то очевидно, что все антропометрические измерения имеют астрономический эталон, т. е. привязаны к космосу.

5. *Архаичные меры веса, денежной массы и номинала сохраняют связь с системой солнечного календаря.* Исследования в области истории использования гномона показали, что с этим астрономическим инструментом и календарем связаны многие эталоны мер и весов, мера денежной массы, теория музыки и практика создания музыкальных инструментов (работы О. Гузеева).

6. *Закрепление территориальных границ, развитие всех форм социальной зависимости, борьба городских религий с народной культурой привели к утрате навигационных навыков и традиций.* Оазисы традиционной культуры сохранились в разных регионах мира. К территориям, сохраняющим преемственность культур с каменного века, относятся многие регионы России. Например, марийский народ хранит экологические традиции уважительного бережного обращения с ландшафтом как с живым организмом, неантогонистическое мировосприятие (нет понятия «зло», есть только «добро» и «непроявленное добро») космогоническое мышление (мари — потомки небесной девушки, дочери Юмо, которая спустилась на Землю по солнечному лучу через вершину березы; праздники года — создание Вселенной, Солнечной

системы, Земли, Жизни). В культуре марийцев сохранились традиции, которые описаны античными авторами при характеристике гипербореических народов (добровольный уход из жизни; захоронения в корзине на дереве; смех на поминках сразу после похорон как воспоминание о том, как человек умел шутить, достойно выходить из курьезных жизненных ситуаций и дарить радость). Сохранилось много образов гномона (палка во дворе; образ золотой иглы и расшитого платка, по которому можно найти путь домой; слово «бык» обозначает «время»). Сегодня традиции ориентирования забыты, т. к. территории хорошо освоены. Но, в музейных экспозициях можно видеть измерительные палки, которые сравнительно недавно служили для измерения пространства и времени одновременно, — на них отмечены единицы длины и даты календаря.

*7. Совершенствование технологий и переход на новые инструменты навигации сопровождается потерей первичного рационального содержания древних объектов материальной и нематериальной культуры.* Забвение древних технологий связано с развитием новых технологий и дорожной инфраструктуры. Однако, как почитаемые объекты и объекты туризма, древние инструменты навигации продолжают обеспечивать связь поколений и культур. Более того, они продолжают выполнять информационные функции — это источники информации о природе и культуре доисторического прошлого.

## 8.5. СОЛЯРНАЯ НАВИГАЦИЯ В ТРАДИЦИОННОЙ КУЛЬТУРЕ

На основе анализа искусства палеолита Б. А. Фролов сделал вывод о том, что слитное астрономо-математическое знание инвариантно проявляется от Атлантики до Тихого океана, а по форме воплощения календарь даже у соседних народов может быть очень разным [24].

Традиционные культуры сохраняют систему праздников, привязанных к астрономическому календарю, и представление о божественно-космической природе человека (богиня-мать, боги, охраняющие жизнь на Земле: Солнце, планеты, созвездия). По литературным данным [21] и устным сообщениям респондентов, до конца XX в. во всех областях России и в сопредельных регионах для ориентирования применялся гномон (фигура человека, посох или кнут пастуха, дерево и камень, а также тень предмета, зажатого между пальцами, ее перемещение на ладони).

В этнографии рассматривается только формальное сходство объектов и контекстов, но возможен и функциональный анализ. На практике можно убедиться, что нет никакой сложности в том, что бы объективно раскрыть отражение технологий астрономической навигации в структуре и художественном оформлении предметов одежды и быта, сакральных объектов и мифопоэтических сюжетов.

В качестве примера, сравним гномон солнечных часов-календарей и ряд наиболее типичных образов, представленных во всех архаичных культурах и удивляющих сходством характеристик.

1. *Мировое дерево*. Изображается на сакральных предметах, например, полотенцах (рис. 2), иногда в чаше. По форме и характеристикам, Мировое дерево — один из наиболее очевидных вариантов отражения реального гномона и абстрактного понятия земной оси: дерево Жизни, как его называют, связывает космическое и земное пространства, календарь и жизнь, циклическое и линейное время (аналогично образу колеса). Крону дерева можно представить как совокупность лучей, проходящих через вершину гномона, в корни — как линии теней, радиально расходящиеся от его основания. Но возможен и другой вариант — перевернутое дерево (в руках Варуны): его корни уходят в Космос, а ветви и плоды направлены к Человеку. Во всех случаях, представляется, что реальный инструмент-гномон первичен по отношению к абстрактным понятиям «земная ось» и «ось мира», т. к. они могли сформироваться только на его основе.

Майское дерево до сих пор устанавливают в канун 1 мая в центре многих поселений Европы — это береза, ель или очищенный от коры высокий ствол, украшенный лентами и венком (или колесом). В календарные (астрономические) праздники мировое дерево ставят в центр лабиринта, на главной площади, в доме. Вокруг водят хороводы, на вершину вешают подарки и ленты.

В лабиринте место мирового дерева может занимать девушка, с лентами в руках, другие концы лент могут держать участники хоровода (отметим, что шелковая лента в традиционных культурах символизирует лучи Солнца). Археологами отмечается, что еще в искусстве палеолита тема мирового дерева тесно переплетается с темой Великой Богини.

2. *Образ Богини-матери*. Исследования П. И. Кутенкова, посвященные женскому календарю восточных славян, позволяют выделить черты Богини-матери в одежде и статусе женщины, сохраненные в народной культуре — с каменного века.

Сравнение образа Богини-матери в разных культурах позволило Ю. Ратниковой показать преемственность основных функций (плодородие и почитание предков) и связь с днями равноденствий (Бельтайн и Самайн кельтского календаря), которые за несколько тысячелетий сместились вследствие прецессии равноденствий. Убедителен образ богини со змеями (статуэтки с Крита) как символ оси равноденствий, которое делит годовой круг на зиму и лето, у змей это время ухода под землю, погружения в глубокий сон (анабиоз, похожий на смерть), и время возвращения к жизни.

Исследовательница традиционных культур Поволжья И. Куляжева приводит доказательства того, что образ Богини-матери является воплощением земной оси. Кони, которых держит Богиня-мать в каноническом сюжете (в некоторых случаях, птицы или олени), символизируют единство диаметральных положений звездного неба, за сутки описывающего окружность  $360^\circ$  (созвездия Большой и Малой Медведицы, в космогонических легендах марийского народа могут быть заменены на лося или птицу).

Следует помнить также, что формирование представлений об осевом вращении, форме и размерах планеты связано с практическим использованием вертикального гномона, одним из вариантов которого была фигура человека. С частями тела человека связан традиционный счет месяцев года у народов Сибири. По частям ладони вели солнечно-лунный календарь и отсчет часов дня многие народы Европы и Азии. Календарные функции в традиционной культуре выполняли ювелирные украшения и элементы одежды (головные уборы, вышивка и орнамент).

3. *Гора Меру*. Применение первого угломера — солнечного гномона, в отличие от предшествующих технологий (вариантов пригоризонтных обсерваторий), позволяет определить шарообразную форму Земли, географическую широту точки наблюдений, построить региональную и глобальную геодезическую сеть. Наклонный гномон можно рассматривать как проекцию земной оси.

С эпохи освоения технологии гномона и информационной функции копья, стрелы, кнута, пояса и посоха, *Мир* существует, как *измеренный* хаос, а центры территориальных систем представляют собой точки начала отсчета и места сохранения эталонов. В локальных территориальных системах роль гномона и разметки может выполнять сочетание «Священное дерево — камень» (традиция символически сохранилась в Прибалтике), «Священная роща с элементами,



ориентированными по сторонам горизонта, — камень» (в Мари Эл), шест во дворе сельского дома (Мари Эл, Польша), каменная стела (в селах Алании, Армении, Дагестана). Центрами крупных территориальных систем в разное время были Кайлас — в Тибете, омфалы — Дельфийский (Греция), Турский (Ирландия), Иерусалимский и многие другие. Для таких точек характерно расположение на перекрестке региональных путей и на границах природных объектов (материков, ландшафтов, речных бассейнов).

По мнению авторов статьи, в рассматриваемом навигационном контексте, наиболее почитаемым мировым центром планетарного масштаба мог быть только полюс — точка земной поверхности, лежащая на оси вращения планеты и небесной сферы. Сегодня, географические полюса — неподвижная основа сети координат, место пересечения *меридианов* «меридианус» — «полуденный» (от «меридиес» — «полдень», сложение *medius* «середина» и *dies* «день»). В древней культуре северный полюс и земная ось могли получить статус сакральных объектов благодаря своей устойчивости и надежности (направление на север легко определяется и потому служит главным ориентиром и началом отсчета). В таком контексте, размещение мифической горы *Меру* на Севере — результат слияния математического, концептуального и мифологического моделирования реальности (сегодня — гипотеза), характерное для науки как формы познания.

4. *Чаша*. Осевое вращение Земли и время суток можно определить с помощью чаши, наполненной водой. Этот инструмент заменяет гномон ночью и в пасмурную погоду. Вода, подобно маятнику Фуко, сохраняет начальное положение в пространстве, а чаша поворачивается вместе с землей и меридианом (подобно циферблату под качающимся маятником). Роль стрелки в таких часах может выполнять легкий предмет, размещенный на поверхности водной массы, а отметками времени служат форма края, ручка или орнамент. Наблюдение кругового движения такой «стрелки» (15° в час) неизбежно порождает представление об оси вращения, а отсутствие осязаемого физического тела — поиск средств выражения этого важного знания. Так чаша совмещается с образом мирового дерева. Другой вариант совмещения чаши и гномона — скафис (рис. 3).

В этнографии устойчивые (канонические) композиции с изображением чаши и мирового дерева рассматриваются как отображение трех уровней мира: нижний — корни (старшие поколения, прошлое,



подземный мир, иной свет), средний мир — земля (мир людей, семья, настоящее), верхний — небо (мир богов, будущее). Две птицы, обращенные к стволу, — пара, готовая свить гнездо. Сравнение с технологиями астрономической навигации позволяет нам связать трехчастность композиции в целом (наличие 3-го осевого элемента) с определением середины дня, а тройственность симметричных элементов — с тремя узловыми точками в траектории полуденной тени, которые позволяют выделять астрономические сезоны: длинная тень — в зимнее солнцестояние, средняя — в равноденствия, короткая — в летнее солнцестояние.

В античном искусстве этот сюжет имеет широкое распространение и самостоятельное значение (иногда птиц заменяют два полураскрытых цветка, погруженных в воду). Он может символизировать связь астрономической навигации, циклов планеты и биологических ритмов (пение птиц и распускание цветов на заре — биологические часы). Согласованность астрономических и фенологических циклов так же зафиксирована в народных календарях.

## 8.6. ВЫВОДЫ

Системный анализ технологий астрономической навигации каменного века и генетически связанных с ними народных традиций показали огромный информационный потенциал географии культуры как основы междисциплинарных исследований объектов наследия.

Из определения культуры как формы надбиологической адаптации следует, что ее разнообразие связано в первую очередь с динамикой географической среды. Тогда инвариант культуры отражает то общее, что необходимо и доступно в любой точке географического пространства.

*1. Планетарный инвариант, региональная специфика и уникальные локальные условия.* Универсальность технологий солярной навигации опирается на глобальный инвариант «Земля — Солнце»: в каждой точке географического пространства в полдень можно определить направление С — Ю, на восходе/заходе Солнца в равноденствия — направление З — В.

Наибольшие региональные различия можно наблюдать в разных поясах освещения (разделенных тропиками и полярными кругами).

Соотношение общего и частного в объектах навигационного назначения передает правило «технологии универсальны — объекты

уникальны». Объекты уникальны, т. к. различаются: широта, положение земной оси на момент создания, высота над уровнем моря, форма горизонта.

2. *Единый язык Вселенной*. Поскольку существуют планетные системы, подобные нашей, экстраполяция этого опыта за пределы географической оболочки позволяет моделировать единый язык Вселенной.

Основой междисциплинарных исследований в географии культуры может быть применение фундаментальных законов, разработанных в науках о жизни и о Земле. Навигационная концепция информационного моделирования обеспечивает целостное представление о развитии системы «человек — природа» как порождению и неотъемлемой части Вселенной.

## 8.7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бордовский Г. А.* Жизнь как повод для размышлений. Ч. 3. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2016. 455 с.
- [2] *Ван-дер-Варден Б.* Пробуждающаяся наука II. Рождение астрономии. М.: Наука, 1991. 384 с.
- [3] *Вяткин В. Б.* Синергетическая теория информации // Научный журнал КубГАУ. № 80(06). 2012. <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/46.pdf>
- [4] *Головнев А. В.* Антропология движения (древности Северной Евразии). Екатеринбург: УрО РАН; «Волот», 2009. 496 с.
- [5] *Калесник С. В.* Общие географические закономерности Земли. М.: Мысль, 1970. 283 с.
- [6] *Марсадолов Л. С.* Большой Салбыкский курган. Абакан: Хакаское кн. изд-во, 2010. 74 с.
- [7] *Марсадолов Л. С., Паранина Г. Н., Григорьев А. А.* Комплексный подход к изучению мегалитического наследия // Вестник Томского государственного университета. История. 2013. № 2(22). С. 72–75.
- [8] *Паранин В. И.* Историческая география летописной Руси. Петрозаводск: «Карелия», 1990. 152 с.
- [9] *Паранин В. И.* История варваров. СПб.: Издательство РГО, 1998. 284 с.
- [10] *Паранин Р. В., Паранина Г. Н.* Лабиринт: ориентация в географическом пространстве и эволюция знака // Геокультурное пространство Европейского Севера: генезис, структура, семантика. [Мат. IV Поморских чт. по семиотике культуры, 7–11 июля 2008 г.]. Архангельск: Поморский ун-т, 2009. С. 516–518.

- [11] *Паранина Г. Н.* Эколого-географическая оценка геосистем. Изв. РГО, Воронежское отд. 2001. № 6. С. 57–60.
- [12] *Паранина Г. Н.* Географические аспекты в изучении информационных процессов // Региональные и отраслевые географические исследования. СПб.: Изд-во РГО, 2005. С. 34–37.
- [13] *Паранина Г. Н., Паранин Р. В.* Северные лабиринты как астрономические инструменты в соотношении с образцами мифологии и символами культуры // Общество. Среда. Развитие. 2009. № 4. С. 120–134.
- [14] *Паранина Г. Н.* Свет в лабиринте: время, пространство, информация. СПб.: Астерион, 2010. 123 с.
- [15] *Паранина А. Н.* Экология цивилизаций и моделирование географического пространства // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2015. № 176. С. 123–129.
- [16] *Паранина А. Н.* Информация, как организованное разнообразие географических систем и моделей // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 3. С. 159–164.
- [17] *Паранина А. Н., Григорьев Ал. А., Эйдемиллер К. Ю.* О трансформации географического, социокультурного и информационного пространства: к итогам LXVI Герценовских чтений, посвященных 150-летию со дня рождения В. И. Вернадского // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. № 168. С. 72–78.
- [18] *Потемкина Т. М.* Знаки луны и Солнца в наскальных изображениях Онежских петроглифов // Уральский исторический вестник. 2010. № 1(26). С. 77–91.
- [19] *Равдоникас Ф. В.* Лунарные знаки в наскальных изображениях Онежского озера // У истоков творчества. Новосибирск: Наука, 1978. С. 116–132.
- [20] *Соколова А. А.* Геопространство в традиционной и современной культуре (российский контекст): автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.24.... СПб., 2013.
- [21] Солнечные часы и календарные системы народов СССР. Серия «Проблемы исследования вселенной». Вып. 10. Л.: ГАО РАН, 1985. 228 с.
- [22] *Стафеев С. К., Томилин М. Е.* Пять тысячелетий оптики: предыстория. СПб.: «Политехника», 2006. 304 с.
- [23] *Стрелецкий В. Н.* Геопространство в культурной географии // Гуманитарная география. Научный и культурно-просветительский альманах. Вып. 2. М.: Институт Наследия, 2005. С. 330–332.
- [24] *Фролов Б. А.* Первобытная графика Европы. М.: Наука. 1992. 200 с.
- [25] *Paranina G. N.* Northern Labiriths — gnomon and models of geographical space. Elsevier. Procedia. Social and Behavioral Sciences. 2011. N 19. P. 593–601.

- [26] *Paranina A.* Environment and Ecology in the Mediterranean Region. — Chapter 33 Northern Labyrinths in North Europe: A Key to Time and Space. Cambridge Scholars Publishing. Newcastle upon Tyne, 2012. P. 393–408.
- [27] *Paranina A. N.* Navigation in Space-Time as the Basis for Information Modeling. *Archaeological Discovery*. 2014. Vol. 2. N 3. P. 83–89.
- [28] *Paranina A. N.* Navigation in geographical space as a factor of development of civilizations. Intern. Conf. «Applied Ecology: Problems, Innovations» Proceedings ICAE-2015 7–10 May, 2015, Tbilisi-Batumi. Tbilisi, 2015. P. 211–215.
- [29] *Paranina A.* Archaeological objects as elements informational life support system and as sources of information about evolution of environment. *J. Geomate*. 2017. Vol. 35. P. 100–107.
- [30] *Paranina A., Paranin R.* Northern Labyrinths as Navigation Network Elements / Activities in Navigation. *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* / Ed. A. Weintrit / CRC Press, London; New-York; Leiden, 2015. Ch. 4. P. 177–180.
- [31] *Paranina A., Paranin R.* Gnomon as sources of information on planet rhythms. 5th International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment during Geomate. Osaka, Japan 16–18 Nov. 2015. Vol. 5(1). P. 238–243.
- [32] *Paranina A., Paranin R.* Information in geographical space as the basis of crossdisciplinary researches in culture geography. *European Journal of Geography*. 2017. Vol. 8. N 3. P. 67–77.
- [33] *Paranina A., Paranin R., Khetagurov T.* Cross-disciplinary Researches of Objects of Ancient Heritage on the Example of Stone Labyrinths and Petroglyph. / *TransNav*, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2017. Vol. 11. N 4. P. 729–734
- [34] *Paranina A., Paranin R.* Primary navigation purpose of petroglyphs: reconstruction on the basis of the gnomon. *OALib Journal* is an all-in-one open access journal. 2017. N 4. P. 1–13.
- [35] *Paranina A., Paranin R.*, Exploration of geographical space — time as a factor of evolution of the nature and culture. *European Journal of Geography*. 2018. Vol. 9. N 4. P. 51–61.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
Глава 1	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА.	
<i>Ю. Н. Гладкий, В. Д. Сухоруков</i> .....	5
1.1. Введение .....	5
1.2. Методы исследования .....	6
1.3. Результаты исследования .....	6
1.3.1. Географическое пространство и человеческое общество .....	6
1.3.2. Ценностные императивы пространства .....	9
1.3.3. Экологический кодекс общества .....	11
1.3.4. Естественные производительные силы общества .....	12
1.4. Заключение .....	14
1.5. Литература .....	15
Глава 2	
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ И ИХ СВЯЗЬ С МЕХАНИЗМАМИ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ.	
<i>В. А. Обязов</i> .....	17
2.1. Введение .....	17
2.2. Результаты и обсуждение .....	19
2.3. Выводы .....	28
2.4. Литература .....	28
Глава 3	
ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С РАЗРАБОТКОЙ СЦЕНАРИЕВ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НА ПЕРИОД ДО 2050 г.	
<i>А. В. Любимов, Е. М. Нестеров</i> .....	31
3.1. Методика моделирования лесного фонда Ленинградской области и оценки точности полученных результатов .....	31

3.2. Сценарии развития лесного фонда Ленинградской области на период до 2050 года . . . . .	41
3.3. Лесной баланс региона. . . . .	51
3.4. Выводы . . . . .	54
3.5. Литература. . . . .	54

#### Глава 4

### ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.

<i>Г. Т. Фрумин, Н. А. Мальшиева</i> . . . . .	56
4.1. Теоретические основы . . . . .	56
4.2. Математические модели . . . . .	57
4.3. Загрязнённость водных объектов различных природно-климатических зон . . . . .	69
4.4. Литература. . . . .	71

#### Глава 5

### ОТКЛОНЕНИЯ В РАЗВИТИИ СЕМЯЗАЧАТКА И СЕМЕНИ И ИХ РОЛЬ В БИОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ.

<i>И. И. Шамров</i> . . . . .	73
5.1. Введение . . . . .	73
5.2. Нарушения в развитии семязачатка и семени . . . . .	74
5.3. Возможные факторы образования aberrantных семязачатков и семян . . . . .	77
5.4. Заключение . . . . .	83
5.5. Литература. . . . .	83

#### Глава 6

### РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИЕ РЕГИОНЫ СЕВЕРА И АРКТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ.

<i>Л. В. Ларченко</i> . . . . .	89
6.1. Проблемы развития социально-экономических систем ресурсодобывающих регионов Севера и Арктики . . . . .	89
6.2. Государственное регулирование развития ресурсных регионов Севера и Арктики: зарубежный опыт и российская действительность . . . . .	92

6.3. Особенности функционирования социально-экономической системы арктических нефтегазодобывающих регионов. . . .	107
6.4. Нефтегазовая отрасль в хозяйственном комплексе арктического региона в условиях санкций и падения цены на углеводороды . . . . .	115
6.5. Выводы . . . . .	123
6.6. Литература. . . . .	123

## Глава 7

### ВЕКСИЛЛОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ.

<i>В. Л. Мартынов, И. Е. Сазонова</i> . . . . .	126
7.1. Основные подходы к изучению вексиллологии . . . . .	126
7.2. Флажная система Северной Европы. . . . .	128
7.3. Трансформация флагов Западной Европы. . . . .	135
7.4. Выводы . . . . .	150
7.5. Литература. . . . .	151

## Глава 8

### МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НАСЛЕДИЯ В ГЕОГРАФИИ КУЛЬТУРЫ.

<i>А. Н. Паранина, Р. В. Паранин</i> . . . . .	152
8.1. О традициях комплексного подхода в географии. . . . .	152
8.2. Основы системно-информационного моделирования . . . . .	153
8.3. Навигационная концепция информационного моделирования мира. . . . .	165
8.4. Навигационные модели культурогенеза и антропогенеза . . . . .	166
8.4.1. Объекты, методы и теоретические основы . . . . .	167
8.4.2. Соляная навигация как основа абстрактного мышления. . . . .	168
8.4.3. Соляная навигация как основа культурогенеза. . . . .	173
8.5. Соляная навигация в традиционной культуре. . . . .	177
8.6. Выводы . . . . .	181
8.7. Литература. . . . .	182

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Коллективная монография

Подготовка оригинал-макета и редактирование — *А. Н. Паранина*

Корректурa — *Савельева Л. Г.*

Верстка — *Денисова Е. М.*

Подписано в печать 27.12.2019. Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,75. Тираж 500 экз. Заказ № 28к

Издательство РГПУ им. А. И. Герцена.  
191186, С.-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Типография РГПУ им. А. И. Герцена.  
191186, С.-Петербург, наб. р. Мойки, 48