

Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова, Л. Г. Емельянова

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА

2-е издание, исправленное и дополненное

*Допущено Учебно-методическим объединением по классическому  
университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению «Экология и природопользование»*

Книга доступна в электронной библиотечной системе  
**biblio-online.ru**

Москва ■ Юрайт ■ 2018

**Авторы:**

**Огуреева Галина Николаевна** — профессор, доктор географических наук, заслуженный профессор, профессор кафедры биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

**Котова Татьяна Викторовна** — кандидат географических наук, заслуженный научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

**Емельянова Людмила Георгиевна** — доцент, кандидат географических наук, доцент кафедры биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

**Рецензенты:**

**Лурье И. К.** — доктор географических наук, профессор, заведующая кафедрой картографии и геоинформатики географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

**Верещака Т. В.** — доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой картографии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

**Огуреева, Г. Н.**

ОЗ9 Экологическое картографирование : учеб. пособие для академического бакалавриата / Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова, Л. Г. Емельянова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 163 с. — (Серия : Университеты России).

ISBN 978-5-534-07511-3

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

Учебное пособие знакомит с современными направлениями биоэкологического картографирования. Представлены основные типы биоэкологических карт, отображающие как традиционные представления о взаимодействии биоты с окружающей средой (фитоэкологические и зооэкологические карты), так и карты, основанные на достижениях комплексного экологического картографирования. Разбираются картографические методы исследования взаимосвязи растительности и животного населения с факторами окружающей среды. В основу пособия положен накопленный опыт и авторские разработки в области экологического картографирования биоты.

*Для студентов высших учебных заведений и магистрантов географических, экологических, биологических специальностей и широкого круга специалистов, работающих в области географии, экологии, природопользования и охраны природы.*

УДК 528(075.8)  
ББК 28.1я73



Delphi Law Company

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

© Огуреева Г. Н., Котова Т. В., Емельянова Л. Г., 2010  
© Огуреева Г. Н., Котова Т. В., Емельянова Л. Г., 2016,  
с изменениями

ISBN 978-5-534-07511-3

© ООО «Издательство Юрайт», 2018

# Оглавление

<b>Предисловие .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Биогеографический подходы в экологическом картографировании .....</b>	<b>10</b>
1.1. Типы биоэкологических карт.....	10
1.2. Биоэкологические карты (На основе подходов классической экологии).....	11
1.3. Биоэкологические карты (На основе эколого-географических подходов).....	16
<b>2. Фитоэкологическое картографирование .....</b>	<b>20</b>
2.1. Факторные карты (растительность и факторы среды) .....	22
2.2. Биоклиматические карты .....	24
2.3. Геолого-ботанические карты .....	34
2.4. Почвенно-ботанические карты.....	35
2.5. Гидроиндикационные карты .....	39
<b>3. Зооэкологическое картографирование .....</b>	<b>44</b>
3.1. Зооэкологические карты животного населения .....	46
3.2. Зооэкологические карты ареалов видов животных.....	52
<b>4. Разнообразие и картографирование экосистем .....</b>	<b>59</b>
4.1. Карты экосистем .....	60
4.2. Карты биомного разнообразия.....	61
<b>5. Биоэкологический потенциал территории и картографирование природной окружающей среды.....</b>	<b>73</b>
5.1. Карты природной окружающей среды .....	74
5.2. Карты экологических функций растительного покрова.....	80
5.3. Карты биологической продуктивности экосистем .....	88
<b>6. Антропогенная трансформация биоты и оценочное эколого-географическое картографирование .....</b>	<b>92</b>
6.1. Карты оценки антропогенной нарушенности и экологического состояния растительного покрова.....	93
6.2. Карты устойчивости (или уязвимости) растительных сообществ к антропогенным воздействиям .....	103

6.3. Карты прогноза состояния растительного покрова.....	108
<b>7. География биоразнообразия и природоохранное картографирование.....</b>	<b>111</b>
7.1. Карты экологического районирования суши .....	112
7.2. Биоэкологическое картографирование и ландшафтное планирование .....	133
7.3. Карты охраны природы .....	140
<b>Рекомендуемая литература .....</b>	<b>142</b>
<b>Новые издания по дисциплине «Экологическое картографирование» и смежным дисциплинам .....</b>	<b>146</b>
<b>Приложение 1. Биоэкологические карты .....</b>	<b>147</b>
<b>Приложение 2. Программа дисциплины «Экологическое картографирование. Биogeографические подходы» .....</b>	<b>155</b>

## Предисловие

Экологическое картографирование, активно развиваемое в последние полвека, стало одним из основных средств географического познания действительности, моделирования состояния окружающей среды, а также неотъемлемым элементом в решении вопросов рационального природопользования, охраны природы и сбалансированного развития. Актуальность использования картографического метода в исследовании экологических проблем состоит в том, что он позволяет с помощью карт, построенных на принципах системного пространственно-временного моделирования, изучать свойства окружающей природной среды, их изменения во времени, связи и пространственные отношения. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, интеграцию, территориальную интерпретацию разнообразной информации и подготовить достоверную картографическую модель в соответствии с поставленными задачами. На новом этапе картографирования (Берлянт, 2001; Лурье, 2002) произошло существенное продвижение в комплексном тематическом и, в частности, экологическом картографировании, укрепившее его позиции в биогеографии и смежных науках о Земле в качестве одного из наиболее эффективных методов исследования. Оно отразилось в разработке новых концепций тематических карт, расширении и углублении их содержания, изменении подходов к организации легенд карт в соответствии с целями их создания. Научно-методической основой современного развития картографирования стало внедрение информационных технологий с большими возможностями обработки и перевода на картографический язык многосторонней и разнородной информации.

Задачи исследования определяют выбор объектов картографирования, полноту и подходы к картографическому изучению, территориальных уровней и временных срезов отображения. При разнообразии объектов и подходов сложилась определенная структурированность экологического картографирова-

ния — наличие тематических разделов и их междисциплинарные сопряжения на основе био-, гео- или антропоцентрических подходов (Комедчиков, Лютый, 1995).

Ключевое место в экологических исследованиях, независимо от назначения и территориального уровня, занимает биогеографический подход. Биоэкологическое картографирование как часть экологического информационно направлено на изучение свойств и оценку состояния биосферы в целом или ее компонентов (Сочава, 1979).

В качестве объектов биоэкологического картографирования выступают организмы и среда в целом, отдельные компоненты биоты, экосистемы разного ранга, включая биомы. При расширении междисциплинарных связей в область биогеографического картографирования оказались включенными карты природной окружающей среды и охраны природы. Возросшее внимание к экологической составляющей в картографировании природы в целом и ее отдельных компонентов делает вполне закономерным поиск в направлении создания комплексных биогеографических карт.

Цель учебного пособия — помочь слушателям освоить сложные методологические вопросы биоэкологического картографирования. В основу пособия положен опыт, получивший отражение в многочисленных публикациях, в том числе на картах, а также авторские разработки в области экологического картографирования.

В пособие включены разделы курса, посвященные вопросам выбора объектов биоэкологического картографирования и отображения особенностей их экологических взаимосвязей и функционирования на картах. В отдельном разделе пособия рассмотрены комплексное биогеографическое картографирование, разработка легенд карт, их представление на картах нового поколения с использованием информационных баз данных. Такой отбор материала не случаен. В ранее опубликованном учебном пособии «Биогеографическое картографирование» (Емельянова, Огуреева, 2006) многие теоретические вопросы разработки тематического содержания карт разбирались подробно (классификации растительности и животного населения, отображение структуры и динамики живого покрова на картах разного масштаба и др.), поэтому предлагаемое пособие посвящено отображению главным образом экологической информации на картах.

В задачи учебного пособия входит ознакомление студентов с современными направлениями биоэкологического картографирования, картографическими произведениями экологической тематики разных природных регионов России и зарубежных стран, демонстрирующие разные подходы к разработке содержания, построению легенд и оформлению биоэкологических карт. В соответствии с задачами курса учебное пособие включает анализ накопленного опыта биоэкологического картографирования, освещает новые разработки по тематическому содержанию карт, представляющие научный и методический интерес. Полезным дополнением является аннотированный список карт биоэкологического содержания.

Многочисленные карты прикладной биоэкологии, в центре внимания которых находится природопользование как взаимодействие человеческого общества и природы (загрязнение окружающей среды и оценка экологических последствий, биоиндикация состояния экосистем, использование растительных и животных ресурсов, биоэкологические проблемы регионов и др.), анализируются в ряде работ по экологическому картографированию (Стурман, 2000). В учебное пособие включены отдельные сюжеты этого направления, в том числе карты охраны природы, которые непосредственно связаны с картографированием биоразнообразия.

Биоэкологические карты представляют значительный научный и практический интерес для многих географических, экологических, биологических научных областей знаний. Они являются неотъемлемой частью серии сопряженных карт природы и могут быть полезны в картографическом обеспечении природоохранной деятельности, в том числе при разработке экологических сетей, выделении эталонных участков особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Они служат научной основой для оценки современного состояния и прогнозирования развития природных экосистем при экологических экспертизах в проектной деятельности; особая роль отводится им в составлении оценочных карт биоразнообразия и при мониторинге состояния природной окружающей среды.

Учебное пособие «Экологическое картографирование», построенное в соответствии с программой одноименного курса, подготовлено на основе многолетнего опыта преподавания на кафедре биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Дисциплина включена в перечень дисциплин образовательных магистерских программ «География биоразнообразия и биомониторинг» по направлениям «География» и «Экология и устойчивое развитие» (2015). Учебное пособие развивает проблематику биогеографического картографирования, которая нашла отражение в ранее изданных учебных пособиях «Картографирование биоразнообразия» (Огуреева, Котова, 2002) и «Биогеографическое картографирование» (Емельянова, Огуреева, 2006).

В результате изучения материала учебного пособия студент должен:

**знать**

- основы фундаментальных свойств взаимосвязи организмов и факторов природной и окружающей среды и возможности отображения их на картах разного масштаба и тематики;
- возможности эколого-географического подхода к выявлению экосистемных связей биоты на разных уровнях организации биотического покрова (флоры, фауны, растительности, животного населения);
- основы экологической комплексной оценки территории по данным состояния биоты;
- основные типы и виды биоэкологических карт;

**уметь**

- собрать необходимый материал для проведения экологического анализа территории разного масштаба в соответствии с планом работ, заданий и сроков выполнения;
- использовать информационные базы данных при картографическом анализе биотического материала;
- использовать картографический метод при оценке экологического потенциала территории, анализировать карты с применением средств картометрии и математической статистики;
- использовать биоэкологические карты в практической деятельности;

**владеть**

- опытом современного экологического картографирования;
- методами картографирования биологических объектов с использованием современного программного обеспечения и системного анализа;
- основами знаний в области экологического картографирования и пониманием места биоэкологического картографи-

рования в решении экологических проблем на разных уровнях исследований.

Учебное пособие подготовлено сотрудниками географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова: ботанико-географическая часть написана Г. Н. Огуреевой, профессором кафедры биогеографии, раздел по зооэкологическому картографированию — Л. Г. Емельяновой, доцентом той же кафедры, обзор карт экологического потенциала территории, антропогенной трансформации биоты, биоразнообразия и охраны природы — Г. Н. Огуреевой и Т. В. Котовой, ведущим научным сотрудником Научно-исследовательской лаборатории комплексного картографирования.

# **1. Биогеографический подходы в экологическом картографировании**

## **1.1. Типы биоэкологических карт**

Традиционно картографирование живого покрова биосферы развивается в виде трех самостоятельных направлений: изучение растительного покрова (ботанико-географическое), животного мира (зоогеографическое) и интегрирующее (комплексное), собственно, биогеографическое. Экологизация многих областей знания и их междисциплинарных сопряжений коснулась и биогеографического картографирования. Сам термин «экологическая карта» в фитогеографии впервые в 70-е годы прошлого столетия введен Полем Озендой, французским ботаником, ведущим специалистом в области ботанической картографии, издавшим впоследствии монографию «Экологическое картографирование и его применение» (Ozenda, 1986). Первые экологические карты были составлены по канонам классической экологии. Дальнейшему расширению его содержательной и методологической базы способствовало привлечение ряда общенаучных и эколого-географических подходов: системного (Сочава, 1979), ландшафтно-экологического (Исаченко, 2001), комплексного (Белов и др., 2002). К настоящему времени в биоэкологическом картографировании накоплен определенный опыт отображения экологических связей живого покрова (растительного и животного мира) с различными факторами окружающей среды, включая антропогенное воздействие; опыт картографирования экосистем пока незначителен.

Биоэкологические карты как карты природы имеют самостоятельное значение в познании растительного покрова, животного населения и природных комплексов в целом. Они отображают распространение биологических объектов, среди которых могут быть отдельные систематические таксоны разного ранга, группы или комплексы таксонов, а также цено-

тические подразделения растительного покрова и животного населения во всем их многообразии в связи с определяющими факторами среды. В качестве объектов биоэкологического картографирования могут выступать организмы и среда в целом, отдельные компоненты биоты, их связи с различными факторами среды и тогда это *фитоэкологические* и *зооэкологические* карты. В качестве объекта картографирования могут выступать экосистемы разного ранга с характеристикой биоты в целом. Карты экосистем представляют комплексное биоэкологическое направление тематической картографии.

Биоэкологические карты можно систематизировать по разным критериям — по содержательным концепциям (биоразнообразие, биомная, экосистемная, эколого-динамическая и др.), по степени интеграции информации (аналитические, интегральные, синтетические), по функциональной направленности (инвентаризационные, оценочные, индикационные, прогнозно-рекомендательные и др.). Наиболее сложно систематизировать карты по тематическому содержанию в силу разнообразия авторских подходов и тематической широты объектов исследования. Исходя из опыта биогеографического картографирования, целесообразно биоэкологические карты условно разделить на две группы: биоэкологические, которые отображают взаимосвязи в системе биота — среда обитания и разрабатываются в соответствии с подходами классической экологии и биоэкологические карты, которые раскрывают особенности биоты как части сложной системы «природа-общество». Последние раскрывают экологический потенциал территории, показывают степень трансформации биоты и пути ее сохранения (табл. 1).

## **1.2. Биоэкологические карты**

### **(На основе подходов классической экологии)**

Они объемлют большую группу карт. В зависимости от характера биологических объектов различаются, прежде всего, группы *фитоэкологических* и *зооэкологических* карт, несущие экологическую информацию об объектах картографирования. Научно-справочные фитоэкологические карты дают представление о природной среде в целом, о состоянии растительности и экологическом потенциале территории.

Типы биоэкологических карт

Биоэкологические карты (на основе подходов классической экологии)				
Фитоэкологические карты		Зооэкологические карты	Интегральные карты биоты	Карты биоразнообразия
Факторные (растительность и факторы среды)	Однофакторные	Карты экологической структуры ареалов видов	Карты биомов	Карты географии и оценки биоразнообразия
	Многофакторные	Карты экологических групп животных	Карты экосистем	
Корреляционные				
Биоэкологические карты (на основе эколого-географических подходов)				
Карты экологического потенциала территории	Карты антропогенной трансформации биоты	Карты охраны природы		
Карты природной окружающей среды Карты экологических функций растительности (средоформирующие, средозащитные, ресурсные, социальные, эколого-индикативные)	Карты антропогенной нарушения и экологического состояния растительности, животного мира, биомов и экосистем Карты устойчивости, чувствительности (видов, сообществ, биомов, экосистем) к видам воздействия Карты обеднения биоты и потери биоразнообразия	Карты экологического районирования Карты оценки и охраны биоразнообразия Карты экологических сетей Карты охраняемых объектов биоты Карты прогноза и рекомендаций по сохранению биоты		
Карты продукционные Карты фотосинтетической активности Карты депонирования углерода				

Зооэкологические карты отображают территориальные группировки животных, обусловленные экологической специализацией видов и пространственной дифференциацией природных условий, составляющих среду их обитания. На *интегральных* картах биоты (комплексные биоэкологические) в качестве объектов картографирования выступают единицы биотического покрова в целом.

Развитие биогеографических исследований тесно связано с совершенствованием принципов, методов и критериев картографирования биоты. Этот метод исследования является универсальным для систематизации, анализа и отображения экологической информации о растительном покрове и животном населении, в том числе трансформированных деятельностью человека. Он позволяет интегрировать на научной основе структурные, экологические, динамические свойства биотического покрова и получать пространственные представления об их выраженности.

**Фитоэкологическое картографирование** значительно продвинулось как в плане теоретико-методических разработок, так и в их практической реализации. *Экологические карты растительности показывают географическое распространение типов сообществ в зависимости от одного или более факторов среды.* Первые фитоэкологические карты, составленные по канонам классической биоэкологии, появились в рамках геоботанических исследований. Последующая экологизация многих областей знания расширила содержательную и методологическую базу геоботанического картографирования.

Основные результаты продвижения картографирования растительности по пути экологизации достаточно полно освещены в работе И. С. Ильиной и Т. К. Юрковской (1999). По заключению авторов, фитоэкологическое картографирование находится на новом этапе развития. В качестве актуальных проблем и основных направлений развития биоэкологического картографирования на первый план выдвинуты задачи: повышение информативности фитоэкологических карт; развитие его теоретических положений, связанных с реализацией системного подхода и разработкой концепции экосистемного картографирования; применение компьютерных технологий и использование геоинформационных систем. Информационное обеспечение фитоэкологических карт должно быть разносторонним, включая комплекс фитоценотических, флористических, струк-

турных, динамических, флороценогенетических, эколого-географических и других показателей растительного покрова, с одной стороны, и степени выраженности (градуированности) определяющих их факторов среды — с другой.

Обозначенные проблемы с полным основанием можно экстраполировать и на **зооэкологическое картографирование**, которое успешно развивается по пути экологизации тематического содержания зоологических карт. Существующие классификации животного населения основаны на разных принципах и подходах к образованию номенклатуры сообществ животных разного уровня. Для характеристик его структуры используются разнообразные классификации видов животных, преимущественно географо-генетические и биотопические (Емельянова, Огуреева, 2006). Отмечается тенденция насыщения зоогеографических карт экологическим содержанием посредством отображения связей сообществ животных с биотопами через структуру сообществ и экологические особенности слагающих их видов (Равкин и др., 1997; Даниленко, Румянцев, 1999; Белов и др., 2002).

Современное биоэкологическое картографирование практически не дает примеров создания интегральных карт биотического покрова, отображающих растительный покров и животное население в их совместном проявлении; лишь немногие экологические карты содержат информацию о животном населении.

Закономерности распространения биологических объектов (как отдельных видов растений и животных, так и их сообществ) в зависимости от действующих факторов среды находят отображение на *факторных картах* разного масштаба в соответствии с уровнем организации биоты.

Успехи покомпонентного биоэкологического картографирования, проявившиеся в увеличении тематического разнообразия карт общенаучного и прикладного назначения, в расширении набора методических подходов и приемов отображения связей распространения биоты с основными факторами среды на разных уровнях исследования, опираются на достижения геоинформационных технологий. Среди современных актуальных проблем развития научных исследований в области картографирования биоты, особый акцент делается на усилении их комплексности как базы повышения информативности, достоверности и, что особенно важно, практической

значимости. Очевидна потребность в интенсификации поисков по разработке нового поколения *интегральных биоэкологических карт*, отражающих одновременно растительный покров и животное население в их взаимосвязи с условиями среды. Научно-методический опыт картографирования биоты, организованные базы данных и современные компьютерные технологии создают реальные предпосылки для решения этой задачи.

К этой группе можно отнести карту «Экосистемы Монголии» (1995). Основой картографирования экосистем служат биоценозы как совокупность растений и животных, способных к успешной конкуренции друг с другом и толерантные к условиям биотопа, существующие в определенных биоклиматических и ландшафтных условиях. Однако данных о животном населении экосистем, как правило, недостаточно, или его трудно отобразить на картах в определенном масштабе. Поэтому в качестве основы используются сведения о растительном покрове и ландшафтной структуре территории, что вполне правомерно, поскольку растительность, как базовый интегральный компонент экосистем, отражает экологический потенциал территории наиболее объективно и полно. Обращение к картографированию биомного разнообразия является одним из возможных путей создания интегральных биоэкологических карт. Известно несколько примеров таких разработок (Дроздов, 1995; Огуреева, Даниленко и др., 2003) и можно с уверенностью отметить расширение поиска в этом направлении. Обсуждение подходов, разработка принципов и методов биогеографического картографирования продолжают активно развиваться на основе новых компьютерных технологий.

Одной из актуальных проблем является картографическое обеспечение работ по *изучению, оценке и охране биологического разнообразия*. Здесь важны разработки новых подходов к отображению биоэкологических связей между компонентами биоты и между биотой и окружающей средой, на основе которых ведутся исследования биоразнообразия. В связи с развитием картографирования биоразнообразия расширились исследования по составлению обзорных карт *оценки биоразнообразия* на разных уровнях (генетическое, видовое, ценоотическое, биомное разнообразие) организации живых систем (Огуреева, Котова, 2002).

### 1.3. Биоэкологические карты (На основе эколого-географических подходов)

Широкое понимание экологии открыло возможности для возникновения новых направлений тематического картографирования, связанных с изучением воздействия человека на природу, биотический покров и особенно на биосферу в целом. Поскольку экологические проблемы стали рассматриваться как результат взаимодействия в сложной системе **«природа — общество — производство — человек»** и решение их возможно только на междисциплинарном уровне, биогеографическое картографирование обогащается новыми научными подходами и новыми сюжетами карт, далеко шагнув за рамки классической экологии. Отличительная особенность этой группы карт — научно-прикладная направленность, ориентация на подготовку оценочных и прогнозно-рекомендательных карт, нацеленных на решение экологических проблем (Белов, 2002).

В группе эколого-географических карт успешно реализуются три направления. Первое из них связано с оценкой *экологического потенциала территории*. Особое место здесь занимают карты *экологических функций растительности*, которые являются составной частью оценки экологического потенциала территории и возможных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду. Повышается интерес к *картам продуктивности экосистем* (покомпонентного состава биопродукции и для экосистем в целом), которые призваны дать представление об их функционировании и тенденциях развития при различных сценариях окружающей среды. Карты фотосинтетической активности и депонирования углерода становятся все более востребованными при развитии дистанционных методов исследования экологического потенциала территорий (использование индексов фотосинтетической активности растений в анализе материалов космической съемки территории).

К этому направлению условно можно отнести большую группу *ресурсных карт*, на которых поэлементный показ типов растительности (лесных, кормовых, водно-болотных угодий) сопровождается, помимо определения их ботанической сути, характеристикой признаков и свойств, связанных с использованием конкретного растительного ресурса. Строго