

Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н. Г. Чернышевского

**А. В. Молочко**

# ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

*Учебное пособие*

Саратов  
2021

УДК [004.413.4;528.946](075.8)  
ББК 26.17я73  
М 75

Молочко, А. В.

**Геоинформационное моделирование геоэкологических рисков** : учебное пособие / А. В. Молочко. — Саратов : Изд-во "Техно-Декор", 2021. — 92 с. : ил.

ISBN 978-5-907175-57-0

Учебно-методическое пособие отражает современные подходы к определению, выявлению и классификации рисков природного характера. Достаточно подробно рассматривается картографический метод исследования, применительно к геоэкологическим и экологическим рискам, а также представлены принципы геоинформационного обеспечения проведения риск-анализа.

Предназначено для студентов географического факультета по направлениям подготовки бакалавров и магистров: 050303 «Картография и геоинформатика», 050302 «География», 050402 «География», 050406 «Экология и природопользование».

*Рекомендуют к печати:*

Научно-методическая комиссия географического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского».

Кафедра геоморфологии и геоэкологии географического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Заведующий кафедрой «Землеустройство и кадастры» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»,  
к. с/х. н., доцент Тарбаев В. А.

Кафедра экономической и социальной географии географического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

УДК 004.413.4;528.946](075.8)  
ББК 26.17я73

ISBN 978-5-907175-57-0

© Молочко, А. В., 2021

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Этимология терминов «РИСК» и «ОПАСНОСТЬ» .....	4
Классификации рисков и опасностей .....	7
История развития изучения природных рисков. Экологический и геоэкологический риски.....	11
Основные направления и особенности использования риск-анализа в геоэкологии.....	19
Экологическое картографирование. Типы и классификации карт экологических рисков .....	25
Типологизация и функции легенд карт рисков. Картографические способы изображения карт рисков.....	33
Приемы работы с картами рисков .....	46
Региональные особенности геоэкологических рисков.....	51
Применение ГИС в работе с рисками. Геоэкологический мониторинг .....	56
Возможности обработки геоэкологической информации в ГИС.....	64
Вопросы для самоконтроля .....	67
Практическая работа №1 .....	73
Практическая работа №2 .....	73
Практическая работа №3 .....	74
Практическая работа №4 .....	74
Практическая работа №5 .....	75
Словарь терминов.....	76
Персоналии .....	78
Рекомендованная литература .....	80
Приложение 1 .....	82
Приложение 2 .....	83
Приложение 3 .....	84
Приложение 4 .....	84
Приложение 5 .....	85

---

---

## ЭТИМОЛОГИЯ ТЕРМИНОВ «РИСК» И «ОПАСНОСТЬ»

Понятие «риск» давно и прочно укрепилось в сознании людей. Риск присутствует во всех сферах жизнедеятельности человека: инвестиции в проект в условиях неопределенности или кризиса — риск; увеличение уровня безработицы — риск; бурение на шельфе — риск; стихийные природные явления — риск. Перечень примеров бесконечен. К сожалению, во многих случаях процессы, связанные с риском, могут приводить и приводят как к материальным, техническим, так и человеческим потерям.

В современной науке существует большое количество толкований понятия риска и его производных. Коснемся основных и наиболее распространенных определений.

Своим происхождением термин «*risk*» обязан сразу нескольким древним словам из разных европейских языков:

- итальянское слово «*risicare*», означающее «посметь», «отважиться»;
- греческое слово «*ridsikon*», «*ridsa*» — «скала», «утес» (буквально — объезжать скалу, утес);
- французское слово «*risque*» — сомнительный;
- латинское слово «*rescum*», обозначающее непредсказуемость, опасность или то, что разрушает.

«Токовый словарь» С. И. Ожегова и «Современный толковый словарь русского языка» Т. В. Ефремовой характеризуют риск как возможность опасности, неудачи, а также действие наудачу в надежде на счастливый исход.

В Словаре русских синонимов и сходных по смыслу выражений понятие «риск» синонимично опасности, рискованности, возможности, вероятности, небезопасности, угрозе.

---

---

Из предложенных словарных определений риска, видно, что этимология этого понятия обширна и понимание риска, как действия наудачу представляется мало научным.

Изучение риска и его последствий регламентировано большим количеством руководящих документов и ГОСТов. Среди основных стоит выделить РД 03-418-01 (действовал до 2015 г. и заменен Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах») и ГОСТ Р 51901-2002. Первый документ определял риск как сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события. Причем понятие риска включало в себя 2 взаимосвязанных элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствия этого события (в Приказе Ростехнадзора от 13.05.2015 № 188 риск определяется как мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасных производственных объектах и соответствующую ей тяжесть последствий с определением качественных и (или) количественных характеристик опасности).

По ГОСТ Р 51901-2002, риск — сочетание вероятности события и его последствий.

Ученые дают свои определения понятию «риск». Так А. Л. Ревзон и А. П. Камышев определяют риск как произведение вероятности появления или проявления неблагоприятного события и стоимостного выражения его последствий (ущерба).

Б. И. Кочуров трактует риск как произведение вероятности опасного события и размеров ожидаемого социально-экономического ущерба.

В иностранной литературе под «риском» понимается, во-первых, вероятность возникновения какого-либо несчастья, опасности; во-вторых, вероятность негативного последствия (ущерба) от него и, в-третьих, произведение вероятности опасного события и размеров ожидаемого ущерба.

Опасность — это угроза людям и всему тому, что представляет для них ценность. Опасность является вероятностной категорией, которая может меняться в пространстве и во времени. Под характе-

---

---

ристичкой опасности, связанной с конкретным событием или процессом, следует понимать вероятность проявления этого события или процесса в данном месте и в заданное время.

Риск, в отличие от опасности, нельзя рассматривать в отрыве от возможных последствий проявления данной опасности. Риск — количественная мера опасности с учетом ее последствий. Таким образом, понятие «риск» объединяет два понятия — «вероятность опасности» и «ущерб».

---

---

## КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ И ОПАСНОСТЕЙ

Анализ многообразия трактовок «риска», позволил нам определиться с тем, что под *риском будем пониматься сочетание вероятности и последствий возможной опасности (опасного события)*.

Классификаций рисков, как и толкований его понятия, большое количество. Различные авторы предлагают свои подходы и свои классификационные признаки.

По мнению И. И. Мазура и О. П. Иванова возможные источники рисков можно классифицировать по следующим признакам:

### **I. Генезису (происхождение):**

#### 1. Космогенные:

- гелиомагнитные;
- вещественные и импактные;
- гравитационные.

#### 2. Космогенно-климатические:

- климатические циклы;
- длительные колебания уровня Мирового океана;
- кратковременные колебания уровня Мирового океана;
- современное потепление климата;
- проблема озоновых дыр.

#### 3. Атмосферные:

##### а) метеогенные воздействия:

– атмосферные фронты, циклоны, антициклоны, западные ветры и вихри, порождающие такие опасные процессы как бури, штормы, ураганы, торнадо, смерчи, шквалы, местные ветры, затяжные и интенсивные ливни, грозы, град, туманы;

##### б) опасные природные явления в атмосфере зимнего времени:

- сильный снегопад, метель;

- 
- ледовые явления: гололед, гололедица, мороз, обледенение;
  - в) опасные природные явления летнего времени:
    - жара, засухи, суховеи.
  - 4. Метеогенно-биогенные:
    - природные пожары (степные, лесные, подземные).
  - 5. Гидрологические и гидрогеологические:
    - а) гидрологические опасности во внутренних водоемах:
      - наводнения (половодья и паводки);
    - б) ледовые опасные явления:
      - зажоры, заторы, наледи, подземные льды, термокарст, ранние прибрежные льды, сплошной ледяной покров в портах, оледенение судов и портовых сооружений, морские и горные льды;
    - в) ветровые гидрологические воздействия:
      - тайфуны, сильные волнения на море, ветровой нагон, волновая абразия берегов водохранилищ, морей и океанов;
    - г) цунами и опасные явления у побережий:
      - цунами, сильный тягун в портах;
    - д) подземные воды и их воздействие:
      - колебания уровня грунтовых вод, уровня вод закрытых водоемов, карст, суффозия.
  - 6. Геологические:
    - а) эндогенные опасные процессы:
      - тектонические (длительные колебания уровня Мирового океана, извержения вулканов, землетрясения, горные удары, разжижение грунта);
      - геофизические (геопатогенные, радиогенные) и геохимические (ореолы месторождений);
    - б) экзогенные опасные процессы:
      - выветривание;
      - склоновые процессы (обвалы, камнепады, осыпи, курумы, оползни, сели, лавины, пульсирующие ледники, плоскостной склоновый смыв, крип, солифлюкция, дефлюкция, просадка лессовых пород, эрозия склонов, эрозия речных берегов);
      - ветровая эрозия почв (пыльные бури).
- II. Площади проявления (контур влияния):**
1. Точечные (импактные).

- 
- 
2. Линейные (овраги, оползни, сели, лавины).
  3. Площадные (землетрясения, наводнения).
  4. Объемные (магнитные бури, атмосферные явления).

### **III. Продолжительности:**

1. Мгновенные (секунды) — импактные землетрясения.
2. Кратковременные (часы, дни) — шквалы, паводки, атмосферные явления.
3. Долговременные (месяцы, годы) – космогенные, климатические.

4. Вековые (десятки, сотни лет) – климатические, космогенные.

Р. В. Коллору, говоря о «страдательной» стороне проявления рисков, выделяет следующие виды риска:

- угрожающие безопасности;
- угрожающие здоровью;
- угрожающие состоянию среды обитания;
- угрожающие общественному благосостоянию;
- финансовые.

С. М. Мягков и А. Л. Шныпарков придерживаются такой классификации рисков:

1. По масштабу действия:
  - локальный;
  - региональный;
  - национальный;
  - глобальный.
2. По характеру воздействия:
  - одномоментный (разовый, многоразовый);
  - перманентный;
  - кумулятивный (увеличивающийся);
  - экстенсивный (уменьшающийся).
3. По полноте учета:
  - частный (от одного вида опасности);
  - суммарный (несколько видов опасности).
4. По форме проявления:
  - прямой;
  - косвенный;
  - полный.

---

---

5. По сфере воздействия:

- социальный;
- экономический;
- экологический.

Другим возможным делением рисков может служить классификация по возможности их предотвращения:

- устранимый;
- частично устранимый;
- неустранимый.

Риски по принадлежности к компонентам хозяйственной деятельности и по направлениям воздействия последствий разделяются:

- на экономические и хозяйственные;
- индивидуальные и медицинские;
- технические и инженерные;
- экологические и природные.

Следует различать также риск актуальный (реальный), возникший в результате нарушений и загрязнений природной среды, и потенциальный (ожидаемый), возможный с той или иной степенью вероятности в прогнозный период. Потенциальный риск переходит в актуальный при увеличении его вероятности за счет отказа системы защиты и (или) оповещения, потери устойчивости геосистемы и т. д.

Исходя из опасности для человека, как индивидуума, техногенных воздействий выделяют индивидуальные, групповые и медицинские риски.

---

---

## **История развития изучения природных рисков. Экологический и геоэкологический риски**

Для природы состояние риска — естественное явление, относительно кратковременное и быстро проходящее в общем функционировании конкретных природных процессов.

В истории развития изучения природных рисков в России можно выделить определенную периодичность, связанную с актуальностью изучения той или иной группы рисков.

Первый период, начиная с 70-х гг. XX в., можно охарактеризовать как этап «Сейсмических эпизодических исследований». Он характерен изучением узкосейсмических рисков.

Следующий период с подразделением на этапы носит название «Период систематических исследований». Начался он в начале 90-х гг. XX в. и продолжается до настоящего времени. Первый этап данного периода — «Этап осознания проблемы» (1990 — 1995 гг.). Тематика исследований здесь уже касалась не только сейсмических рисков, но и природных, частных рисков (сейсмических, геологических, экзогенных, гидрологического, почвогрунтовых). Второй этап периода — «Этап совершенствования теории анализа природных рисков и перехода к практической деятельности» (с 1996 г. по настоящее время). Он характеризуется принятием федеральных законов, нормативных документов и правил, регламентирующих требования в области риск-анализа и рискосведения.

За последние годы в печати были опубликованы результаты исследований, отражающие в основном узкоспециализированные аспекты проблемы исследований в области рисков. Непосредственно оценке риска и управлению им посвящены 6-й том монографического издания «Природные риски России» и монография «Стратегические риски России: оценка и прогноз».

---

---

В Федеральном законе РФ от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды» дается следующее определение: экологический риск — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера.

В экологическом словаре под экологическим риском понимается вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для жизнедеятельности человека, животных, растений и других живых организмов, вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду.

В «Энциклопедии окружающей среды» риск определяется как шанс нежелательного происшествия.

В «Толковом словаре по охране природы» под экологическим риском понимается вероятность появления отрицательных изменений окружающей среды или их последствий, возникающих из-за отрицательного антропогенного воздействия на среду.

Многие специалисты предлагают свое определение экологического риска. По Е. В. Малашевичу, экологический риск — это заблаговременно оцениваемые вероятность и степень опасности возникновения при том или ином вмешательстве в природную среду таких нарушений, которые могут быть неблагоприятными для дальнейшего функционирования и существования экосистем как непосредственно в зоне антропогенного воздействия, так и за ее пределами.

Н. Ф. Реймерс определяет экологический риск как вероятность неблагоприятных для экологических ресурсов последствий любых (преднамеренных или случайных, постепенных и катастрофических) антропогенных изменений природных объектов и факторов.

Экологический риск, как один из видов риска, можно классифицировать, опираясь на базовую классификацию рисков, по масштабу проявления, по степени допустимости, по прогнозированию, по возможности предотвращения, по возможности страхования.

Исходя из причин возникновения, можно представить такую классификацию экологических рисков.

---

---

**1. Природно-экологические риски** — риски, обусловленные изменениями в окружающей природной среде:

- природно-естественный;
- природно-опосредованный.

**2. Техничко-экологические риски** — риски, обусловленные появлением и развитием техносферы:

- риск устойчивых техногенных воздействий — риск, связанный с изменениями окружающей среды в результате обычной хозяйственной деятельности;
- риск катастрофических воздействий — риск, связанный с изменениями окружающей среды в результате техногенных катастроф, аварий, инцидентов.

**3. Социально-экологические риски** — риски, обусловленные защитной реакцией государства и общества на обострение экологической обстановки:

- эколого-нормативный риск (эколого-общественный) — риск, обусловленный принятием экологических законов и норм или их постоянным ужесточением;
- эколого-политический риск (эколого-правовой) — риск, обусловленный экологическими акциями протеста.

**4. Эколого-экономические риски** — риски, обусловленные финансово-хозяйственной деятельностью.

Природно-естественные риски характерны для районов развития катастрофических природных явлений: высокогорья, повышенной сейсмичности, речных систем, слабоустойчивых геосистем и др.

Природно-опосредованные риски связаны с негативным воздействием одних живых организмов на другие посредством объекта риска.

Причинами возникновения техногенно обусловленных экологических рисков могут быть чрезмерное использование ресурса, загрязнение окружающей среды отходами производства, нарушение установленного режима хозяйствования и др.

Эколого-правовые риски связаны с возможностью ужесточения требований к промышленным объектам со стороны российского природоохранного законодательства и международных правовых

---

---

норм, которое происходит за счет меняющихся взглядов общества на благоприятную среду проживания.

Если экологические риски реализуются, возникает ущерб, который может быть измерен в натуральной и стоимостной формах. При оценке последствий реализации риска в стоимостной форме возникает понятие эколого-экономического риска. Данный вид экологических рисков можно рассматривать с точки зрения различных субъектов: физических лиц — населения, юридических лиц — владельцев экологически опасных объектов, государства — владельца природно-техногенной системы. Все они несут ответственность за негативные последствия деятельности, наносящей ущерб окружающей природной среде, здоровью граждан.

На основе классификации экологических рисков можно выделить субъекты, чья деятельность является источником повышенной опасности для окружающей среды, и предпринять мероприятия по предотвращению реализации рисков, по защите объекта от воздействия на него экологических факторов риска.

При антропогенном воздействии учитываются следующие правила допустимого экологического риска:

- неизбежность потерь в природной среде;
- минимальность потерь в природной среде;
- реальная возможность восстановления потерь в природной среде;
- отсутствие вреда здоровью человека;
- соразмерность экологического вреда и экономического эффекта.

Другим примером классификации экологических рисков может служить следующая:

- последствиям для здоровья населения и условий его проживания;
- качеству природных условий и ресурсов;
- генетической целостности и возобновляемости ландшафтов;
- охвату территории и ее использованию;
- зональному и компонентному признакам времени и скорости возникновения опасной экологической ситуации;

- 
- 
- неопределенности или определенности возникновения острой экологической ситуации;
  - характеру и направлению предотвращения возникновения риска.

Стоит отметить, что это далеко не полная классификация экологических рисков. В зависимости от цели и задач анализа риска на опасных промышленных объектах, данные классификации можно дополнять и перерабатывать.

Геоэкологические риски представляют, по мнению многих исследователей, частный вариант экологических рисков. Если обратиться к определению геоэкологии, как науки, изучающей необратимые процессы и явления в природной среде и биосфере, возникающие в результате интенсивного антропогенного воздействия, а так же близкие и отдаленные во времени последствия этих воздействий, то в таком случае определение геоэкологического риска — проявление возможных опасностей и ущербов медико-биологического, экономического и социального характера, исходящих от геологической составляющей окружающей среды.

Другая трактовка геоэкологического риска дает его определение, как вероятность развития нежелательных природных или природно-техногенных явлений в геологической среде в результате активизации геодинамических процессов, создающих угрозу людям, ухудшающих экологическую обстановку и способствующих преждевременному выходу из строя зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.

В работах Г.С. Ананьева и Л.В. Бахиревой (1990 — 1992 гг.) рассмотрены понятия геологического, геохимического и эколого-геоморфологического рисков. Так, геологический и геохимический риски они определяют как вероятности активизации и проявления природных или техногенных геологических процессов на определенной территории, а эколого-геоморфологический риск, как степень вероятности совокупного проявления опасных и катастрофических процессов рельефообразования за определенный интервал времени, влекущих за собой экологические последствия. Е.С. Дзекцер определяет геологический риск в терминах вероятности и предлагает использовать в качестве общего выражения оценки риска

---

---

формулу полной вероятности. Все выше предложенные определения отражают многообразие рисков, отражающих разнообразные геологические, геохимические и другие составляющие природной среды, однако до настоящего времени четкое определение риска геоэкологических процессов — геоэкологического риска — отсутствует.

Геологи под геоэкологическими рисками понимают все возможные негативные проявления опасности и ущерба на окружающую среду, население, биоту, хозяйство, вытекающие из геологической составляющей окружающей природной среды. С географической точки зрения геоэкологические риски можно трактовать как эколого-географические опасности или проявления вероятностей наступления негативных откликов на воздействие среды, поскольку реципиентом воздействия в любом из исходов является человек.

Мы под геоэкологическим риском будем понимать риск нарушения среды обитания человека, то, что влияет на структуру, сохранность, изменчивость и восприимчивость среды. Поэтому, оговорившись, что реципиентом воздействия геоэкологических рисков является человек, геоэкологические риски нужно рассматривать как сочетание вероятности и последствий проявления опасности, вытекающее из комплексного негативного воздействия всех компонентов среды.

Геоэкологический риск целесообразно систематизировать, опираясь на базовую классификацию рисков, по источнику возникновения, масштабу проявления, степени допустимости, прогнозированию, возможности предотвращения и т. д. В частности, в качестве примера можно привести классификацию экологических рисков, предложенную Е. Н. Павловой и переработанную для рисков геоэкологических:

1. Природно-геоэкологические риски, обусловленные изменениями в природной среде.

2. Техногенно-геоэкологические риски, обусловленные появлением и развитием техносферы:

- риск устойчивых техногенных воздействий, связанный с изменениями окружающей среды в результате обычной хозяйственной деятельности;

---

---

– риск катастрофических воздействий, связанный с изменениями окружающей среды в результате техногенных катастроф, аварий, инцидентов.

3. Социально-геоэкологические риски, обусловленные защитной реакцией государства и общества на обострение экологической обстановки, а также связанные с «человеческим фактором».

Отдельно, вне данной классификации, стоят экономико-геоэкологические риски, как часть разнообразных экономических рисков. Важность их отдельного рассмотрения – вне всякого сомнения.

Классификация факторов геоэкологических рисков, как частного примера экологических рисков, может быть предложена следующая:

### **I. Природные факторы геоэкологических рисков**

#### **1. Литоморфологические факторы:**

- инженерно-геологические условия;
- гидрогеологические условия;
- вертикальное расчленение рельефа;
- экзодинамические процессы и явления: линейная и боковая эрозия, плоскостной смыв, переработка берегов (береговая абразия), суффозионные и просадочные процессы, подтопление территории, процессы заболачивания, оползневые процессы, обвальные процессы, осыпные явления, карстовые процессы, дефляционные процессы, селевые процессы, сходы лавин;
- эндодинамические процессы и явления: сейсмические явления (землетрясения, вулканизм, гейзеры и т. п.).

#### **2. Почвенные факторы:**

- нефтеемкость и нефтеотдача почв;
- катодные свойства почв.

#### **3. Атмосферные факторы:**

- штормовые и шквальные ветровые явления;
- стихийные метелевые процессы;
- смерчи, ураганы и торнадо;
- потенциал самоочищения атмосферы.

4. Факторы связанные с жизнедеятельностью живых организмов и растений.

---

---

## **II. Социо-техногенные факторы геоэкологического риска:**

1. Аварии на соседних промышленных объектах.
2. Соседство реципиента геоэкологического риска с населенными пунктами, ООПТ, зонами отдыха, ценными сельскохозяйственными угодьями, водными объектами, ЛЭП, электрифицированными дорогами и т. п.
3. Ошибки персонала, отказ оборудования, аварии конструкций.

Очевидно, что для целей рационального природопользования важно не только правильно определить и классифицировать риск, но и уметь управлять им. Для решения вопросов, связанных с управлением геоэкологическими рисками, необходимо использование методов риск-анализа.

---

---

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИСК-АНАЛИЗА В ГЕОЭКОЛОГИИ**

Анализ риска, или риск-анализ, — это систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды.

Методологическое обеспечение риск-анализа — совокупность методов, методик и программных средств, позволяющих всесторонне выявить опасности и оценить риск чрезвычайной ситуации, источником которой может являться промышленный объект.

В отличие от США, где концепции риск-анализа уже давно введены в природоохранное законодательство, в России вкладом в реализацию Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и определенным шагом на пути решения проблемы оценки риска следует считать разработку Госгортехнадзором России «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01)». Впервые в отечественную нормативную систему был введен документ, содержащий терминологию и методологию риск-анализа.

Анализ риска базируется на собранной информации и определяет меры контроля безопасности технологической системы, поэтому основная задача анализа риска заключается в том, чтобы обеспечить рациональное основание для принятия решений в отношении риска.

Знание природы возникновения и развития геоэкологических рисков является основой их управления.

Исходя из РД 03-418-01, риск-анализ должен отвечать на 3 основных вопроса:

1. Что плохого может произойти (идентификация опасностей)?
2. Как часто это может случаться (анализ частоты)?
3. Какие могут быть последствия (анализ последствий)?

Однако накопленный нами опыт позволил расширить данный перечень до 6 вопросов (табл. 1).

Риск-анализ позволяет определить источники риска (опасной ситуации), потенциальные аварии и катастрофы, последовательность развития событий, вероятность аварий, величину риска и последствий, пути предотвращения аварий и смягчения последствий.

Схему риск-анализа любых по своей природе рисков (в том числе и геоэкологических) последовательно можно разложить на следующие этапы (рис. 1):

1. Идентификация риска
2. Выявление источников риска
3. Определение факторов риска
4. Определение реципиентов риска
5. Выбор методов оценки риска
6. Управление риском:
  - построение на основе выбранной методики прогнозов относительно дальнейшего развития процессов, создание сценариев;
  - разработка рекомендаций по снижению риска и предотвращений последствий рискованных ситуаций, разработка мониторинговых мер по слежению за опасными с точки зрения возникновения риска объектами и явлениями.

Таблица 1

**Схема организации риск-анализа**

<b>Идентификация риска</b>	Что плохого может произойти?
<b>Идентификация факторов риска</b>	Что приведет к возникновению риска?
	Что усилит или ослабит риск?
<b>Оценка риска</b>	Как часто это может случаться (анализ частоты)?
	Какие могут быть последствия (анализ последствий)?
	Кто или что примет на себя воздействие риска (идентификация реципиентов)?

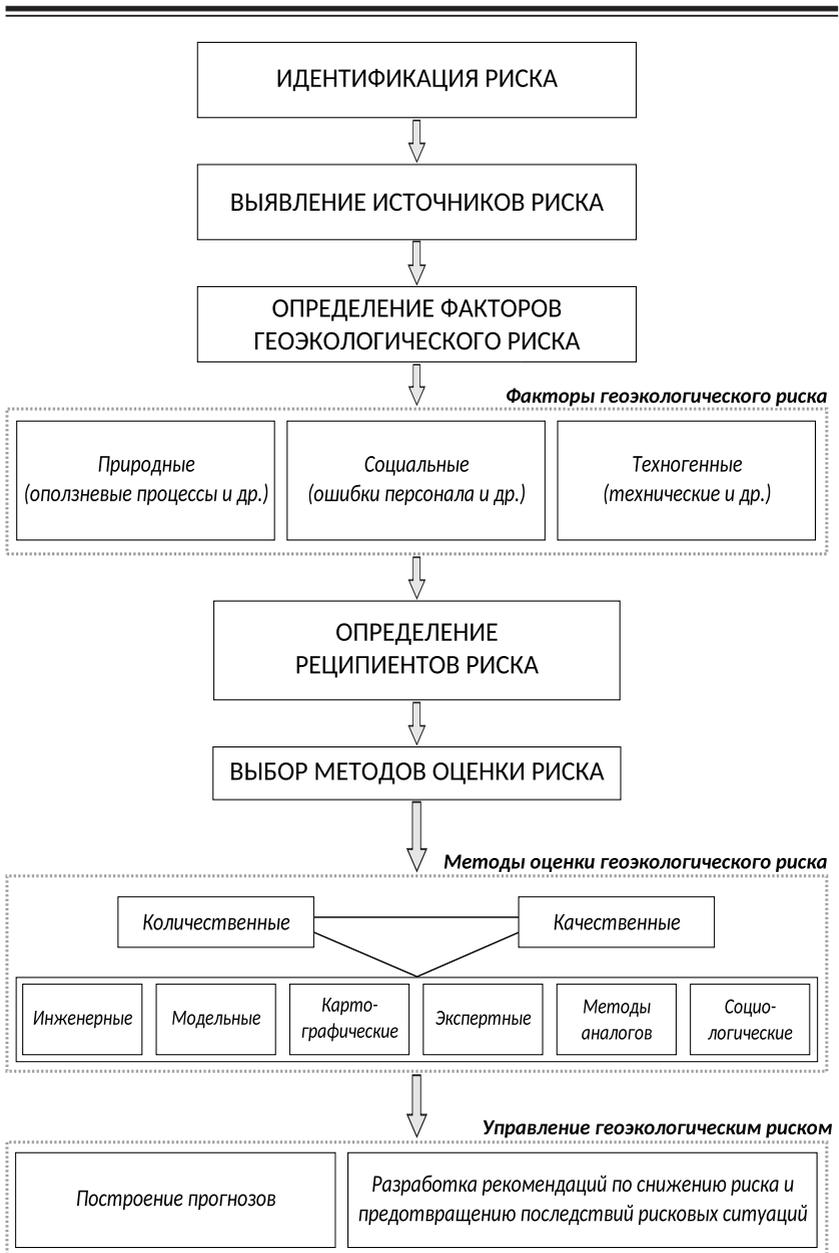


Рисунок 1. Схема риск-анализа геоэкологического риска

---

---

Идентификация риска и выявление его источников — первоочередная задача риск-анализа. Определив риск и его источники можно переходить к анализу факторов риска.

В целом факторы геоэкологического риска можно подразделить на 3 большие группы: природные, социальные и техногенные. Обычно данные группы факторов работают в комплексе, где трудно оценить значимость каждого из них. Тем не менее, природные факторы как неотъемлемая часть любого процесса представляют собой комплексное воздействие всех компонентов природной среды, а именно почвенной, биотической, атмосферной, литоморфологической и гидрологической.

Социальные факторы отражают сферу жизни человека. К ним могут относиться любые социальные процессы, способные таить в себе потенциальный риск для объекта, например безработица, кризисные процессы, алкоголизм работников предприятий или объектов, диверсионные настроения и работы, социальный статус работников и персонала, уровень образования и профессиональных навыков и пр.

Техногенные факторы могут быть следующими: соседствующее положение объекта с объектами промышленности, которые могут представлять риск в случае аварийной ситуации; аварийные процессы на предприятии или объекте, технологические сбои, способные привести к аварии или аварийной ситуации, отказ оборудования и пр.

В данном исследовании наибольшее внимание уделялось природным и техногенным факторам риска. Социальные факторы не рассматривались.

При выборе методов оценки риска важно различать количественные и качественные, которые могут быть подразделены, в свою очередь, на:

- инженерные методы с использованием статистики, когда производится расчет частот, проводится вероятностный анализ безопасности и построение дерева опасности;
- модельные методы — основаны на построении моделей воздействия опасных и вредных факторов на отдельного человека, профессиональные и социальные группы населения, а так же на среду как промежуточного реципиента;

---

---

– экспертные методы — включают определение вероятностей различных событий на основе опроса опытных специалистов-экспертов;

– социологические методы, которые основаны на опросе населения;

– методы использования аналогов;

– картографические методы.

Для отражения различных аспектов риска эти методы применяются в комплексе.

Количественный анализ как один из возможных методов анализа геоэкологического риска позволяет определить характеристики риска, например, количественные вероятности аварий и несчастных случаев, величину риска и последствий. Методы расчета вероятностей, коэффициента пораженности и статистический анализ являются его составными частями.

Количественные оценки необходимы в следующих случаях:

1. При анализе различных по своей природе рисков, в том числе и геоэкологического. Параметры природной среды являются неотъемлемой частью моделей, имитирующих как чисто природные, так и техногенно обусловленные аварии, катастрофы и прочие неблагоприятные факторы риска.

2. При ранжировании проблем, связанных со здоровьем людей и состоянием среды обитания, и принятии соответствующих мер. Такое ранжирование способствует выделению приоритетов при распределении средств, предназначенных для экологических мероприятий. Количественные оценки важны при сопоставлении и сравнении различных рисков.

Недостатками количественных методов анализа рисков является тот факт, что зачастую исследователи не обладают достаточным объемом информации, необходимой для количественных расчетов по существующим методикам. В связи с этим могут возникнуть неточности на разных этапах работы и как следствие ошибочные итоговые результаты. Использование количественных показателей (в частности, вероятности возникновения аварии) в качестве критериев безопасности для сложных производств, как правило, не оправданно.

---

---

Качественные методы анализа риска позволяют определить источники риска, потенциальных аварий и несчастных случаев, последовательность развития событий, пути предотвращения аварий (несчастных случаев) и смягчения последствий.

Выбор качественного метода анализа риска зависит от цели анализа, назначения объекта и его сложности. Качественные методы включают:

- предварительный анализ риска;
- анализ последствий воздействия факторов геоэкологического риска (возникновение/предотвращение, усиление/ослабление и последствия);
- причинно-следственный анализ;
- анализ опасностей с помощью «древа причин»;
- анализ опасностей с помощью «древа последствий».

В целом качественные методы анализа геоэкологического риска эффективны при использовании в комплексе с количественными и другими методами, поскольку носят в основном субъективный характер и требуют высокой квалификации от людей, которые их применяют.

Отдельной группой методов анализа геоэкологических рисков стоят картографические. Картографические методы анализа геоэкологических рисков позволяют создавать математико-картографические модели, отражающих динамику или взаимосвязи процессов и явлений, находить оптимальные решения по предотвращению рисков, осуществлять визуализацию данных, полученных количественными методами риск-анализа, экспертными оценками либо качественными «деревами отказов». Более того, использование картографического обеспечения в риск-анализе позволяет не только составлять инвентаризационные и оценочные карты рисков, моделировать происходящие процессы, но и разрабатывать прогнозы развития ситуации, давать рекомендации на основе этих прогнозов, разрабатывать нормативные документы, оптимизирующие производственную деятельность.

---

---

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ. ТИПЫ И КЛАССИФИКАЦИИ КАРТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

Одним из практически важных информационных методов оценки и управления рисками является экологическое картографирование, основанное на использовании в этих целях топографической информации общего и тематического характера, а также составлении специальных геоэкологических карт.

В. А. Пересадыко по содержанию делит карты на частные и комплексные, а также на группы по благоприятности природных условий для жизни населения, производственной деятельности и влияния антропогенных факторов на жизнедеятельность; по практической специализации она выделяет инвентаризационные, оценочные и прогнозные карты.

Т. А. Верещака классифицирует карты на частные и комплексные, выделяет особый класс природоохранных, отделяет собственно экологические от карт экологических факторов; масштабы рекомендует в зависимости от уровней картографирования.

Г. А. Исаченко предлагает следующие принципы типизации карт: по характеру представления информации и уровню ее анализа (инвентаризационные, оценочные, прогнозные, прогнозно-рекомендательные, сценарные); по назначению и временной частоте (базовые, оперативные, экспресс-карты); по категориям пользования (научно-поисковые и производственные); по полноте охвата связей и отношений (отраслевые и комплексные).

При создании каталога картографических произведений в Институте географии РАН к экологическим отнесены карты семи тематических групп: оценки природных условий и ресурсов для жизни и деятельности человека; неблагоприятных и опасных при-

---

---

родных процессов и явлений; антропогенных воздействий на природную среду и изменений среды; устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям; охраны природы и природоохранных мероприятий; медико-географические и рекреационные; комплексные экологические.

Приведенные карты охватывают широкий диапазон экологических ситуаций, рассматривая различные экологические аспекты взаимодействия природы, населения и хозяйства на различных территориях, поэтому в целом их можно отнести к категории геоэкологических карт.

В настоящее время не существует единых принципов составления экологических карт. На экологических картах должна отражаться степень отклонения состояния природных и природно-техногенных систем от естественного или нормативного состояния, иными словами, это устойчивость геологической среды или стабильность геосистем. В таком случае картографированию должно предшествовать инженерно-геологическое или физико-географическое районирование с характеристикой каждого выдела, ранг которого определяется масштабом карты.

Можно выделить два типа карт геоэкологических оценок:

1. Карты оценки геоэкологической опасности функционирования природно-техногенных систем.
2. Карты геоэкологической стабильности геосистем.

Основным содержанием экологических карт должна быть острота и сущность экологических проблем в пределах конкретных территориальных единиц. Задача экологических карт — содействие решению этих проблем путем отражения на них оценки состояния природных и природно-техногенных систем в условиях различных техногенных нагрузок. По своей совокупности нескольких частных оценок состояния геосистем экологические карты относятся к категории интегральных карт. Экологические карты помимо оценочных характеристик отражают взаимодействие человека с окружающей природной средой. Поэтому данный класс картографических материалов так же может быть и оценочным.

Экологические карты — карты постоянно изменяемых во времени и пространстве характеристик. Данный класс карт должен

---

---

постоянно актуализироваться и подкрепляться новой информацией об изменениях экологических условий.

Многоаспектность экологического картографирования требует подразделения карт по нескольким признакам. Одним из основных признаков является пространственно-территориальная единица районирования. На сегодня известны несколько подходов к вычленению территориальных систем: административный, экономико-региональный, бассейновый, геоморфологический, ландшафтный, физико-географический, типизации геологической среды, выявления геохимических и геофизических полей, районирования по интенсивности проявления экзогенных геологических процессов и др. Применительно к экологическому районированию можно назвать три принципа: структурно-морфогенетический, бассейновый, ландшафтный.

Пространственно определенные факты на экологической карте включают как естественную, так и антропогенную (техногенную) составляющую, т. е. информацию об измененных компонентах природных и природно-техногенных систем. При этом используемые показатели могут иметь площадную, линейную или точечную локализацию, а также быть непрерывными.

Такое деление обусловлено характером и полнотой информации об объектах. Можно выделить следующие этапы создания экологической карты.

1. Полевые изыскания или обследование территории, изучение картографических, фондовых и литературных материалов для целей природного районирования территории.

2. Физико-географическое или инженерно-геологическое районирование территории. Выделенные таксоны (геосистемы, природно-техногенные системы) являются объектом картографирования.

3. Сбор и обработка исходных данных для последующих оценок природно-ресурсного потенциала геосистем.

4. Установление природного и хозяйственного негативного воздействия на компоненты и объекты природных и природно-техногенных систем на основании анализа геодинамической обстановки (площадь распространения, мощность, тип режимов геологи-

---

---

ческих процессов), а также выявления источников, видов и параметров техногенных нагрузок, структуры землепользования и функционального зонирования территории.

5. Оценка современного природно-ресурсного потенциала геосистем на основании природной дифференциации территории и изучения состояния отдельных природных компонентов или оценка состояния ГС, геофизического состояния территории, геохимического состояния депонирующих сред.

6. Оценка ущерба, причиняемого негативным воздействием на природные компоненты и инженерно-технические объекты.

7. Оценка современной геоэкологической стабильности геосистем или геоэкологической опасности функционирования природно-техногенных систем.

8. Прогноз геоэкологической стабильности геосистем или геоэкологической опасности функционирования природно-техногенных систем на основе данных о динамике изменения природных компонентов систем, перспективах развития хозяйственной деятельности, планируемой техногенной нагрузки территорию и прогнозе появления и активизации негативных геологических процессов.

Таким образом, оценочные экологические карты отражают результат взаимодействия природы и общества, потенциальную адаптационную способность геосистем к антропогенному воздействию, современное состояние систем, степень опасности для функционирования природно-техногенных систем и человека в них, стабильность геосистем.

Процесс картографического обеспечения природных и техногенных факторов риска нашел активное отражения в работах ученых из США, Германии, Франции, Испании, Италии, Норвегии, Голландии, Японии, Китае, России и стран СНГ.

Общие принципы типизации природных и природоохранных карт, предложенные Т. В. Верещака, Г. А. Исаченко, Н. Н. Комедчиковым могут быть использованы так же для карт природного, в частности геоэкологического риска.

Существенные генетические и параметрические различия источников природных рисков, а также специфические особенности реципиентов риска обуславливают необходимость составления

---

---

нескольких типов карт природных рисков. По степени охвата источников риска карты бывают:

- дифференцированными, характеризующими условия и возможный ущерб от одного источника природного риска;
- интегральными (комплексными), отражающими суммарный эффект от нескольких (в некоторых случаях всех возможных) источников природного риска на заданной территории за единицу времени.

По отношению к реципиенту карты могут быть:

- индивидуального риска, характеризующие вероятность гибели, ранения отдельного человека, находящегося в зоне возможного поражения в течение определенного времени (чаще всего данный период равен одному году);
- социального риска, показывающего вероятность гибели, ранения групп населения, находящегося в зоне возможного поражения в течение определенного времени (чаще всего данный период равен одному году);
- экономического риска, позволяющего установить возможные потери в стоимостном выражении для объектов инфраструктуры;
- экологического риска, применяемого для оценки возможных потерь в природных компонентах окружающей среды (биологических видов, популяций, сообществ живых организмов) при проявлении опасностей за заданный период времени.

Возможно так же следующая классификация карт природного риска:

- карты с общей характеристикой природного риска, входящей в оценку условий производства, жизни населения и т.п., для решения задач социально-экологической безопасности и устойчивого развития общества;
- карты со специальной характеристикой вероятных ЧС, адресуемые МЧС и местным органам власти для обеспечения готовности к аварийно-спасательным и ремонтно-восстановительным работам, а также страховым компаниям для определения стратегии страхования от стихийных бедствий;
- карты со специальной характеристикой опасных зон, адресуемые планировщикам, проектировщикам и эксплуатационникам

---

---

для выбора размещения объектов и сооружений, а также применения конкретных мер их защиты и страховщикам для целей страхования объектов и сооружений.

Исходя из методических подходов, предложенных В. Б. Сочавой и разрабатываемых В. З. Макаровым, А. Д. Абалаковым, основанных на геосистемном принципе, объектом картографирования геоэкологических рисков являются геосистемы — природный комплекс, состоящий из литогенной основы, гидросферы, атмосферы, растительного и животного мира, а также природно-техногенные системы, в которых природные компоненты претерпели коренное изменение под влиянием хозяйственной деятельности.

Анализ картографических и литературных источников, отражающих картографирование разного рода риска, позволяет выделить следующие примеры карт геоэкологического риска:

1. Большинство карт риска (природного, техногенного или комплексного) отображают показатель «уровня риска», рассчитываемый количественными способами риск-анализа и зачастую представляющий собой повторяемость рисков или чрезвычайных ситуаций за конкретный временной промежуток. В основном это аналитические карты, реже синтетические. Уровень риска представлен на подобного рода картах либо качественным фоном (потенциальный, низкий, средний и т. п.), либо количественным (менее, более и т. п.).

2. Комплексные карты риска совмещают изображение нескольких элементов близкой тематики. Причем зачастую при создании подобного рода карт комбинируют разнообразные картографические способы отображения: активно используются значки, качественный или количественный фон, разнообразные картодиаграммы, локализованные диаграммы. Нередко на подобных картах для наглядности используют графики и диаграммы. Примером может служить карта «Риск чрезвычайных ситуаций на объектах нефтяной промышленности», составленная В. В. Перекрестом в рамках комплексного Атласа природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций.

3. Карты риска, отражающие либо единичные факторы возможного риска, либо комплекс факторов. Подобная группа карт

позволяет оценивать пространственное распространение тех процессов или явлений, которые в результате активизации способны выступить источниками или факторами риска.

При изучении риска и принятии управленческих решений на разных уровнях законодательной и исполнительной власти путем создания и анализа карт риска существует необходимость руководствоваться картами и документами различной степени детальности и информативности.

Природные факторы (ландшафтные, геологические, гидрологические, климатические и др.), определяющие условия развития

Таблица 2

**Иерархия карт природных опасностей и риска по их масштабам**

Классификация карт по В. И. Осипову			Классификация карт по С. М. Малхазовой		
Масштабный уровень	Масштаб	Объекты картографирования	Масштаб	Назначение	
Глобальный	1 : 10 000 000 и мельче	Земля в целом	1 : 1 000 000 и крупнее (обзорные)	Генеральное планирование	
Федеральный	1 : 10 000 000 — 1 : 2 500 000	Территория всей России			
Территориальный	региональный	1 : 1 000 000 — 1 : 500 000	Округа и несколько субъектов Федерации	1 : 500 000 — 1 : 100 000 (мелкомасштабные)	Природные риски территорий субъектов Федерации
	субрегиональный	1 : 500 000 — 1 : 50 000	Отдельные субъекты Федерации		
	муниципальный	1 : 50 000 — 1 : 5 000	Отдельные города и промышленные центры	1 : 50 000 — 1 : 25 000 (среднемасштабные)	Природные риски отдельных городов и местностей
	местный	1 : 2 000 — 1 : 500	Отдельные населенные пункты, районы и микрорайоны городов	1 : 1 000 — 1 : 2 000 и крупнее (крупномасштабные)	Проектирование и эксплуатационные нужды
	объектовый	1 : 500 — 1 : 50	Отдельные объекты		

---

---

опасных процессов, детализируются по мере увеличения масштаба карт, в то время как имеющаяся база данных по природным угрозам остается, как правило, неизменной. Поэтому с увеличением масштаба карт возрастает роль моделирования и вероятностного прогнозирования. Это обуславливает определенную методическую специфику всей процедуры анализа рисков на разных масштабных уровнях.

Таким образом, необходима масштабная иерархия карт природных опасностей и рисков, которая должна строиться с учетом практических и методических требований к содержанию самих карт.

Обычно при картографическом анализе рисков применяются карты нескольких масштабных уровней: глобального, федерального, регионального и территориального. Каждому уровню соответствуют определенные масштабы карт (табл. 2).

По масштабу карты природного риска подразделяются на крупномасштабные (1:10 000 — 1:2 000, реже крупнее), среднемасштабные (1:25 000 — 1:50 000), мелкомасштабные (1:100 000 — 1:500 000) и обзорные (мельче 1:1 000 000).

Карты природного риска в крупном масштабе предназначены главным образом для проектировщиков и эксплуатационников. На таких картах обычно выделены конкретные зоны разной степени природного риска, характеризующиеся в некоторых случаях качественными, а в других — количественными показателями.

---

---

## **ТИПОЛОГИЗАЦИЯ И ФУНКЦИИ ЛЕГЕНД КАРТ РИСКОВ. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТ РИСКОВ**

Особое внимание при проектировании карт рисков стоит уделять начальному этапу — проектированию легенды. Легендой карты принято называть список или таблицу условных обозначений и объясняющих их подписей. В отличие от топографических карт, легенды тематических карт (к которым относятся и карты рисков) не подлежат строгой унификации и стандартизации.

К легендам предъявляется ряд требований:

- полнота содержания (легенда должна включать все обозначения, использованные для передачи содержания карты);
- соответствие обозначений на карте и в легенде;
- хорошая читаемость принятых способов изображения;
- четкость их пояснений к условным обозначениям.

По объему содержания можно выделить следующие типы легенд тематических карт:

1. Элементарные легенды частных карт узкой тематики с характеристикой отдельных элементов природы. Это простые легенды, наиболее часто встречающиеся у аналитических карт. Применительно к картам рисков, элементарные легенды могут присутствовать на таких картах, в тематическом содержании которых рассмотрен один вид риска по любой из указанных выше классификаций.

2. Комбинированные легенды — состоят из нескольких элементарных частей, объединяющих как количественные, так и качественные характеристики по разным показателям. Комбинирование легенд с применением разных способов изображения для разных показателей дает возможность объединить две или несколько частных, взаимосвязанных по содержанию карт, в одну. Этот прием

---

---

облегчает отражение связей между явлениями. Комбинированные легенды используют для комплексных карт рисков.

3. Типологические легенды, основанные на классификациях. В качестве основания для выделения естественных группировок разной дробности (типов, видов и пр.) принимают признаки, характеризующие происхождение изображаемых явлений, условия размещения, влияние среды и др.

4. Комплексные (сложные) легенды, включающие множество показателей и характеристик. Легенды таких карт содержат совместные характеристики взаимосвязанных явлений, получаемые путем объединения соответствующих разделов типологических легенд разных карт. Примером могут быть карты комплексных рисков объединенных в результирующую модель.

5. Легенды синтетических карт, охватывающие условия в целом или по группам компонентов. Это, например, карты районирования по ступени риска или факторам его проявления.

Для карт экологических или геоэкологических рисков, можно выделить следующие функции легенды:

- семиотическая — разработка знаковой системы с использованием правил картографической семиотики;
- классификационная — реализация принципов выделения главных объектов на карте;
- моделирующая — позволяющая определить основные закономерности картографируемого объекта, его пространственно-временное «поведение»;
- справочно-информационная — определение перечня представлений об объектах картографирования;
- генерализационная — определение степени отбора и обобщения картографируемых процессов и объектов;
- коррелирующая — выявление основных связей объектов картографирования.

Еще одним неотъемлемым этапом создания карт рисков, является выбор картографических способов изображения тематического содержания. Картографические способы изображения — графические методы, используемые на картах для показа пространственного размещения явлений, их сочетаний, связей и развития.

---

---

В современной литературе, посвященной общей теории картографии, выделяют значковый, точечный, способ линейных знаков, изолинейный и псевдоизолинейный способы, способ локализованных диаграмм, ареалов, знаков движения, картограммы, картодиаграммы, а также количественный и качественный фоны. Кроме того, некоторыми исследователями отдельно выделяются растровый способ (сеточно-площадной) и дазиметрический. Однако выделение этих способов остается спорным, поскольку данные картографические способы изображения, по сути, являются вариациями классических.

Основанием классификации картографических способов изображения могут также выступать типы локализации отображаемых ими объектов, а также качественно/количественный анализ, применяемый при реализации картографирования. Остановимся на последнем основании классификации. В соответствии с ним можно выделить:

1. Способы изображения, характеризующие количественные характеристики: картограмма, картодиаграмма, локализованная диаграмма, полосы (ленты) движения, точечный способ, количественный фон, изолинии, псевдоизолинии.

2. Способы изображения, характеризующие качественные характеристики: ареалы, качественный фон, векторы движения, линейные знаки.

3. Способы изображения, характеризующие качественно-количественные характеристики: значки, дазиметрический способ.

### **Ареалы**

Способ ареалов (от лат. «*area*» — площадь, участок, пространство) чаще всего используется в картографии для пространственно-графического отображения области распространения явлений или групп объектов. Данный способ изображения путают с качественным фоном, однако их принципиальная разница лежит в самом определении: ареалы показывают локализованные области распространения объектов или явлений и не имеют повсеместного распространения в границах картографического изображения. Картографируемое явление может быть дискретным, сплошным или рассеянным.

---

---

Известна классификация ареалов на непрерывные и сплошные, а также абсолютные и относительные. Абсолютные отображают область распространения явления за пределами которой оно не встречается, а относительные — область наибольшего сосредоточения явления.

В связи с этим наибольшую популярность имеют относительные ареалы. Графическая реализация данного способа изображения различна. Могут использоваться сплошные заливки без границ контуров, а также только границы контура без заливки, но с пояснительными подписями, кроме того, могут быть добавлены значки, наглядно характеризующие явление. Некоторые ареалы могут быть охарактеризованы как частный случай качественного фона (ареал дает выборочную характеристику территории и качественному признаку в виде выборки отдельного подраздела принятой классификации) или изолиний (ареал совпадает с изолинией, которая может быть единственной).

### **Векторы движения**

Векторы движения — подтип способа изображения, известного как знаки движения. Он используется в картографии в целях показа направления пространственного перемещения объектов или явлений, относящихся как к социальным, так и к природным явлениям.

Векторы движения применимы для явлений любой геометрии (характеру размещения). Их можно применять для отражения направления перемещения точечных, линейных, площадных, рассеянных, сплошных объектов и явлений. Кроме того, в зависимости от типа, тематики и назначения карты, данный способ изображения дает возможность отразить путь, способ, направление, скорость перемещения, качество или структуру перемещающегося в пространстве объекта или явления.

Основным графическим средством отражения этого способа изображения служат направленные отрезки (векторы), которые могут различаться по ориентировке, форме, величине, цвету, светлоте либо внутренней структуре. Качественные различия картографируемого показателя обычно указывают цветом или типом штриховки.

---

---

### **Дазиметрический способ**

Данный картографический способ изображения очень редко применяется в картографии, большинство картографов даже не включают его в основные картографические способы. Однако его значение достаточно велико, когда необходимо провести картографирование рассчитанного по ареалам статистического показателя действительного распространения явления (т.е. за исключением тех территорий, где это явление не встречается, к примеру, характеристика плотности населения только в обжитых территориях, с исключением из области картографирования высокогорий, болотистых участков и т. п.). В результате классическая картограмма трансформируется в дазиметрическую карту (в переводе с греч. «измеряющий густоту») или уточненную картограмму.

Дазиметрический способ в начале XX в. был предложен В. П. Семеновым-Тянь-Шанским. В 1922 г. он применил данный способ в работе над изданием 110-листной карты плотности населения Европейской России. Первоначально сутью данного картографического способа изображения было распределение плотности по фактическому сгущению населенных пунктов и их людности, а не по условным административно-территориальным единицам. В своей монографии 1926 г. «Район и страна» В. П. Семенов-Тянь-Шанский выделяет четыре способа построения дазиметрических карт. Первый, по его мнению, заключается в выделении только явных пятен (ареалов) наибольшего сгущения населения, плотность которого вычисляется на квадратную единицу площади. Это наиболее быстрый и наименее точный способ создания дазиметрических карт. Второй способ заключается в том, что, используя топографическую карту крупного масштаба, выделяются ареалы сгущения населенных пунктов, а также все прочие не заселенные участки территории. Плотность населения вычисляется на квадратную единицу всей территории. Из общей площади каждой заселенной территории (административной единицы) изымаются незаселенные пространства, а также мало- и слабозаселенные. Результирующий показатель плотности населения, без учета незаселенных, а также мало- и слабозаселенных территорий, рассчитывается на квадратную единицу территории. Этот способ менее условный и позволяет

---

---

получить более реальную картину. Третий способ — использование плотности точек. Данный вариант способа используется только для крупномасштабных карт. Последний способ, четвёртый, — создание синтетической карты на основе регулярных квадратов с указанием количества населения в них. Недостатком данного способа является формализовано-мозаичная картина, не соответствующая действительности и способная дробить один населенный пункт на несколько гомогенно неоднородных частей.

### **Значки**

Большое количество явлений на картах любых типов можно представить значковым способом. Способ значков (локализованных значков) применяют для показа объектов, локализованных в пунктах (иными словами, указывают их плановое положение) и обычно не выражающихся в масштабе карты или занимающих площадь меньшую, чем картографический условный знак. Эти два свойства необходимо учитывать при определении картографического способа изображения, что позволит не спутать значки, скажем, с диаграммными знаками, которые внешне часто могут напоминать значки, но нести иную содержательную характеристику.

Очевидно, картографы часто сталкиваются со значковым способом, который позволяет передавать локализацию населенных пунктов, объектов социальной, промышленной и прочих инфраструктур. Кроме указания местоположения картографируемого явления и его вида, значки своим размером и структурой могут передавать количественные характеристики объектов, указывать их изменение во времени и т. п. Таким образом, форма и цвет значков передают качественную информацию, а размер и внутренняя структура — количественную. В зависимости от формы выделяют следующие виды значков:

- абстрактные (геометрические) — данная группа значков проста в реализации, хорошо «читаема» на картах и в легенде, занимает относительно мало места, легко сопоставима по величине, а также точно указывает пространственную локализацию объектов;
- буквенные — менее распространены, поскольку плохо передают пространственную локализацию объектов, «загружают» карту,

---

---

могут быть спутаны с подписями. Наибольшее применение данная группа значков нашла в тех случаях, когда требуется отчетливо выделить какую-либо категорию объектов среди других, изображаемых абстрактным способом;

– наглядные (пиктограммы) — самая аттрактивная и легко воспринимаемая пользователями картографических изображений группа значков.

Среди наглядных значков можно выделить: символические (вызывающие ассоциации с изображаемыми объектами) и натуралистические.

Передача количественных характеристик посредством значков может осуществляться на разных основаниях, в частности через соответствие площади значка и количественной величины конкретного объекта.

### **Изолинии**

Сущность изолинейного (от греч. «*isos*» — равный, одинаковый) картографического способа изображения заключается в том, что с помощью линий одинаковых количественных значений (изолиний) картографируемого показателя визуализируются непрерывные, постепенно изменяющиеся явления, образующие физические поля. В отличие от количественного фона изолинии никогда не пересекаются и могут отображать как реальные, так и абстрактные явления.

Изолинии можно применять для передачи соотношений или процентов, определяемых по точкам. Кроме отображения статистической пространственной дифференциации континуальных явлений изолинии иногда применяют для отображения временных изменений и динамики явлений. В формальном отношении можно вести речь о следующих направлениях использования изолинейного картографического способа изображения: отображение изменения значения картографируемой величины во времени; отображение тенденций перемещения картографируемого показателя в пространстве; отображение времени наступления (одновременности) картографируемых явлений; отображение длительности и повторяемости (вероятности) явлений. Изолинии редко используются для

---

---

картографирования социальноэкономических явлений, поскольку имеют дискретную природу. Наибольшее распространение данный картографический способ нашел в картографировании природных показателей.

### **Картодиаграмма**

Картодиаграмма (производное от термина «карта» и греч. «*diagramma*» — изображение, рисунок, чертеж) — изображение абсолютных статистических показателей (суммарной величины, а иногда структуры или динамики) с помощью диаграммных знаков (диаграммных фигур) по единицам административно-территориального деления, при котором значками не передается точная локализация явления. Поскольку речь идет о статистических показателях, то на карте всегда присутствует сетка административного деления, по которой и производится сбор данных. Тип локализации явления, картографируемого с помощью картодиаграммы, может быть любым, но с учетом жесткой привязки количественной информации к площади административно-территориальной или какой-либо другой ячейки. Графическими средствами служат любые столбчатые, площадные, объемные диаграммные знаки, отнесенные к районам или областям. Обозначения, выражающие суммарную величину явления в границах территориальных единиц, располагаются в середине (центроиде) площади района или области. Картодиаграммы часто используют для наглядного сравнения количественных значений картографируемых показателей. В картографии наиболее часто используют линейные (столбцы, полосы и т. п., длина которых пропорциональна сравниваемым абсолютным статистическим показателям), площадные (квадраты, окружности и т. п., площадь которых пропорциональна величине картографируемых показателей) и объемные (кубы, шары и т. п., объем которых пропорционален сравниваемым величинам) диаграммные знаки. В рамках картографического дизайна часто также используются структурные диаграммные фигуры (звезды, розы ветров и т. п.). Кроме количественного анализа картографируемых показателей, картодиаграммы могут применяться и для отображения развития процесса или явления во времени.

---

---

## **Картограмма**

Способ картограммы (производное от «карта» и греч. «*gramma*» — черта, написание, изображение) — изображение на карте количественного явления, относительного, а не абсолютного по величине. Кроме того, картограмма часто трактуется как картографический способ изображения, графически передающий среднюю интенсивность какого-либо явления в пределах границ, не связанных с распространением этого явления. Суть способа состоит в том, что в сетке территориального деления показывают статистические различия с помощью интенсивности окраски или штриховки в пределах района, к которому относится данная характеристика. Главной особенностью рассматриваемого способа является наличие административных границ как единицы расчетного, интегрированного картографирования.

Картограммы наиболее часто имеют интервальную шкалу, в которой интенсивность цвета и плотность штриховки меняются в соответствии с нарастанием или убыванием значения картографируемого показателя.

## **Качественный фон**

Качественный фон («цветной» фон) — способ, применяемый для отображения на карте сплошной или штриховой заливкой качественных различий явлений сплошного распространения в рамках административных, природных или иных границ. Непрерывность распространения как раз и отличает данный способ изображения от ареалов, поскольку последние выделяют только лишь локализованные, ограниченные области распространения какого-либо объекта или явления.

Качественный фон используют для подразделения территории на группы однородных в качественном отношении участков, подразделяемых по определенной системе (для природных явлений наиболее часто используются естественные систематические классификации) и индивидуального районирования территории.

Карты, на которых используется качественный фон, обычно являются результатом разнообразного районирования территории по качественному признаку.

---

---

Важно отметить, что качественный фон является довольно специфическим с точки зрения подборки изобразительных средств, так, к примеру, для некоторых карт разработана стандартная шкала расцветки.

### **Количественный фон**

Этот способ используют для передачи количественных различий явлений сплошного распространения в пределах выделенных районов, так же как, к примеру, качественный фон, который сопряжен с районированием, но по количественному признаку. При этом способе изображения обычно используют один из двух путей картографирования: предварительное деление территории по выбранному показателю, определение значения количественного показателя по всему пространству картографируемой территории. Окраска или штриховка выполняется по шкале, т. е. интенсивность возрастает или убывает в соответствии с изменением признака, что роднит данный картографический способ изображения с картограммой.

### **Линейные знаки**

Данный способ изображения может быть применен в двух направлениях картографирования: с одной стороны, для передачи линий в их геометрическом понимании, с другой — для передачи объектов линейной протяженности, не выраженных по своей ширине в масштабе карты. Линейные знаки — способ изображения, который наиболее часто встречается как на общегеографических, так и на тематических картах. Суть этого способа заключается в том, что с помощью линейных знаков картограф изображает явления или объекты (как реальные, так и абстрактные), локализация которых так или иначе связана с линиями. Линейные знаки имеют тесную взаимосвязь с общепринятой классификацией условных картографических знаков по типу их геометрии и соответственно немасштабны по ширине и масштабны по длине. Через существующие графические переменные они способны передавать качественные характеристики объектов. Важно не путать данный способ изображения с границами ареалов или любых других площадных способов

---

---

изображения. При работе с указанным способом картографического изображения важным фактором выступает принцип генерализации, поскольку многие линейные объекты имеют специфические пространственные очертания, которые четко проявляются в качестве особенностей формы линейных знаков на карте.

### **Локализованная диаграмма**

Данный способ изображения с помощью диаграммных знаков характеризует явления сплошного или полосного распространения, локализованных в пунктах наблюдения.

### **Полосы (ленты) движения**

Полосы (ленты) движения являются одним из подтипов картографического способа изображения, известного как знаки движения. Данный способ используется в картографии для отображения количественной характеристики пространственного перемещения объекта или явления. Суть способа заключается в том, что посредством различной толщины линейного или площадного знака передается количественная характеристика явления или объекта, локализованного вдоль линий, не учитывая при этом направление его пространственного перемещения. Соизмеримость лент может быть абсолютной или условной, непрерывной или ступенчатой. Полосы движения могут различаться по точности/схематичности передачи перемещения.

### **Псевдоизолинии**

Способ псевдоизолиний (статистических поверхностей) рассматривается в классической литературе как частный случай способа изолиний, но в отличие от последнего с помощью изолиний отображает явления, не имеющие непрерывного распространения. Такие явления чаще всего носят дискретный характер и широко применяются для картографирования различных различных показателей связанных населением и промышленностью. К данному способу изображения прибегают при выявлении закономерности пространственного размещения, взаимосвязей и динамики социально-экономических, реже природных явлений, не име-

---

---

ющих строгого функционального характера. Иногда псевдоизолинии рассматривают как обобщение картограммы. В зарубежной картографии псевдоизолинии называются изоритмами (от греч. «rhythmos» — соразмерность, складность), изометрическими линиями, либо изоплетами (от греч. «plethos» — множество, число).

### **Точечный способ**

Данный способ изображения применяют при картографировании явлений рассредоточенного характера. Передаваемые характеристики чаще всего количественные. Расстановка точек выполняется в соответствии с пространственным распространением картографируемого явления. Каждая точка — то одинаковое количество объектов, число которых называется «весом». В отличие от способа значков точка не означает конкретный объект, но является графическим выражением его количественного (качественного) показателя. В самом формальном варианте точечный способ можно рассматривать как частный вариант картограммы, реализованный нетрадиционным для неё условным обозначением (точкой или, иными словами, внемасштабным значком). Густота точек дает наглядную картину размещения явления — мест концентрации и рассеяния, а их число позволяет определить размеры картографируемого явления. Наиболее эффективен способ при картографировании явлений контрастного размещения. Использование точечного способа позволяет картографу передавать не только количественные соотношения картографируемого показателя, но и его динамику (рост и сдвиги в размещении). При использовании точечного способа важно проводить генерализацию географической основы для сохранения эффекта «читаемости» результирующей тематической аналитической карты.

Точечный способ выполняется двумя приемами:

- точки расставляются равномерно (по числу объектов);
- точки расставляются локализовано, по фактическому расположению объекта в его количественном выражении.

Карты, выполненные точечным способом, хорошо передают реальные особенности размещения явления: его количество, локализацию, группировку или концентрацию, структуру. Существуют

---

---

специальные приемы для расчета оптимального веса точки в зависимости от разброса количественных показателей и плотности размещения явления.

Данный способ изображения удобно использовать для наглядной демонстрации, но сложно применять при расчетных работах с картами.

Каждая точка соответствует определенному численному значению, и общее их количество пропорционально величине отображаемых значений в области (каждая точка отражает число условных единиц, которое при умножении на общее количество точек в области представляет собой значение переменной для этой области).

Для создания карт рисков, возможно использовать отдельно или в сочетании все из рассмотренных выше картографических способов изображения.

---

---

## **ПРИЕМЫ РАБОТЫ С КАРТАМИ РИСКОВ**

Методы картографического анализа геоэкологических рисков во многом схожи с приемами работы с картографическими материалами:

### **1. Описание**

Традиционный прием анализа, как отдельных карт, так и их серий. Описание может быть общим (комплексным) и по компонентным (частным). Целью применения данного приема работы с картами является выявление изучаемых объектов и явлений, определение их особенностей. К организации описания по картам предъявляется ряд требований:

- логичность;
- упорядоченность;
- последовательность;
- системный подход к анализу фактов;
- использование сравнительного анализа.

Описание, основанное на визуальном анализе карт, позволяет составить образное и целостное представление об изучаемом по карте объекте, дает возможность сделать выводы синтетического характера.

Качественный анализ местоположения источников риска относительно населенных пунктов, элементов промышленности, природных объектов позволяет исследователю составить картину возможных последствий рискованной ситуации. Недостатком данного метода является тот факт, что субъективный характер подобного приема работы может оказывать влияние на конечную цель работы с картами рисков – их анализ и выработку рекомендаций по предотвращению или снижению последствий.

---

---

## 2. Графические приемы

Это обширная группа приемов, позволяющая путем построения по картам разнообразных профилей, графиков, блок-диаграмм и других моделей проводить анализ отображенных на картах явлений, процессов и объектов.

Многообразие графических построений можно классифицировать следующим образом:

- профили по заданному на карте направлению;
- вертикальные разрезы, строящиеся на основе серии карт;
- временные разрезы, создаваемые по серии одновременных карт;
- фронтальные изображения;
- метакронные разрезы;
- трехмерные рисунки объектов;
- метакронные блок-диаграммы;
- комплексные профили;
- розы-диаграммы и др.

Графические приемы работы с картами рисков могут быть использованы для анализа, к примеру, соотношения площади территории, подвергающейся активным экзогенным процессам, к километру трубопроводов, пересекающих данную местность, или к количеству скважин. Подобные приемы позволяют не только наглядно проанализировать процессы, но и так используя программно-технический комплекс, перевести визуальный анализ на математическую основу.

## 3. Графоаналитические приемы

Предназначены для измерения и вычисления по картам количественных показателей.

В классической картографии среди графоаналитических приемов принято выделять картометрические и морфометрические приемы работы с картами.

Картометрия в самом широком смысле — раздел картографии, изучающий способы непосредственного измерения по картам различных географических объектов для получения следующих количественных характеристик: географических и прямоугольных коор-

---

---

динат, длин прямых и извилистых линий, расстояний, площадей, объемов, вертикальных и горизонтальных углов и проч. Первые 5 характеристик относят к первичным картометрическим показателям, последние — к вторичным. Все картометрические показатели характеризуются абсолютными значениями.

Применительно к картам риска, картометрические графоаналитические методы могут позволить определить площадь распространения последствий риска, рассчитать объемы загрязненного воздуха, почвы, водных объектов, узнать координаты местоположения опасных техногенных или антропогенных объектов, способных привести к рискованной ситуации и проч.

Термин «морфометрия» можно встретить в достаточно обширном количестве областей, однако, чаще всего морфометрия понимается как раздел геоморфологии. Применительно к картографическому методу исследований, корректней использовать понятие «геометрическая морфометрия» — совокупность количественных и основанных на них графических методов, позволяющих на основе картометрических показателей получать производные, относительные по своему характеру величины, чаще всего относящиеся к форме и структуре объектов.

Среди морфометрических показателей и коэффициентов, наиболее часто используются следующие:

- форма (очертание) объектов;
- кривизна линий;
- кривизна поверхностей;
- горизонтальное и вертикальное расчленение;
- уклоны;
- плотность объектов;
- густота и равномерность сетей;
- однородность/ неоднородность контуров;
- сложность, раздробленность контуров и др.

#### **4. Приемы математико-картографического моделирования**

Математико-картографическое моделирование — это процесс построения и анализа математических моделей по данным, опреде-

---

---

ленным по карте (или серии карт), а также создание новых производных карт на основе математических моделей. Для математико-картографического моделирования характерно комплексированное сочетание математических и картографических моделей, при котором образуются цепочки и циклы: карта — математическая модель — новая карта — новая математическая модель и т. д.

Процесс моделирования включает три элемента: субъект, объект исследования, модель, определяющую отражающую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта, а построение модели разбивается на четыре основных этапа.

Первый этап предполагает наличие некоторых знаний об объекте-оригинале. Модель утрачивает свой смысл как в случае полного сходства с оригиналом, так и в случае чрезмерного отличия от оригинала. Любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле.

На втором этапе модель выступает как самостоятельный объект исследования. Конечным результатом этого этапа является совокупность знаний о модели.

На третьем этапе осуществляется перенос знаний с модели на оригинал.

Четвертый этап — практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний.

Моделирование — циклический процесс. Это означает, что за первым четырех-этапным циклом может последовать второй, третий и т. д. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется.

Математико-картографическое моделирование позволяет рассчитывать значения какого-то показателя или явления на всей исследуемой территории на основе дискретно распределенных данных. Для этого используются различные модели и методы многомерного статистического анализа, в основе которого лежит корреляция, интерполяция, экстраполяция, аппроксимация и др.

Для анализа рисков наиболее приемлемым методом может считаться корреляция. Корреляционные модели отражают статистические зависимости между двумя или несколькими величинами. Основное их назначение — определение степени сходства и сопо-

---

---

ставимости географических процессов и явлений на картах. Для проведения процесса корреляционного анализа необходимо иметь выборки по сравниваемым показателям, представленным на картах разной тематики. Важным условием является тот факт, что на обеих (нескольких) картах выборка берется в одних и тех же четко скоординированных точках с дальнейшим построением графика поля корреляции. Выборки бывают систематическими (по регулярной сетке точек), ключевыми, случайными, районированными. В случае, когда поле корреляции аппроксимируется прямой-линией регрессии- вычисляется коэффициент парной корреляции. Числовые значения этого коэффициента лежат в пределах от +1 до -1. В пределе равным +1 существует прямая зависимость исследуемых явлений или процессов, -1 — обратная связь. При значении коэффициента парной корреляции равным или близким к 0 — связь отсутствует.

Подобная группа приемов работы с картами риска, вероятно, наиболее точно позволит проводить корреляционные связи, например, между факторами риска и природной или техногенной составляющими, выявляя при этом взаимосвязь между процессами или явлениями и т. п. Современные аппаратно-программные комплексы позволяют на основе методов математико-картографического моделирования проводить анализ серии карт проявления рисков или факторов их обуславливающих для создания карт районирования по степени риска или уровню суммарного риска и т. п.

Карты геоэкологического риска и факторов его обуславливающих являются информационным документом, позволяющим на основе ситуационного анализа не только проводить различного рода исследования, но и давать рекомендации по дальнейшему использованию изучаемой территории, прогнозировать возможное изменение состояния природных и природно-техногенных систем. Они предназначены для рационального в геоэкологическом плане использования территории, необходимы для управления территориями с помощью ограничительных или защитных мероприятий, регламентирования хозяйственной деятельности, а также для реализации природоохранной деятельности, проектирования строительства и размещения конкретных объектов, инвестирования различных проектов, научно-прикладных целей.

---

---

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

К региональным факторам, определяющим развитие и существование геоэкологических рисков, относятся все действующие и возможные природные процессы.

Помимо отдельного анализа региональных особенностей природных факторов важно учитывать также взаимное воздействие природных и техногенных процессов на локальном, региональном, трансрегиональном и трансграничном уровнях, поскольку характер экспозиции может быть многослойным, вследствие перемещения, с одной стороны, поллютантов с воздушными, водными и терригенными потоками, а с другой — самих природных факторов (перемещение масс воздуха, воды, терригенной массы).

Кроме того, взаимообусловленность геоэкологических рисков определяется и техногенными процессами.

На региональном уровне совмещенное рассмотрение всех этих факторов геоэкологического риска представляет собой синтез.

Региональные факторы, определяющие развитие и существование геоэкологических рисков для Саратовской области, формируются по ряду особенностей:

- существенные размеры территории — площадь области составляет примерно 100,2 тыс. км<sup>2</sup>. По размерам территория Саратовской области занимает 11-е место в Европейской России, уступая в Нижнем Поволжье только Волгоградской области;
- большая протяженность как с запада на восток (500 км), так и с севера на юг (150 — 330 км);
- приграничное положение между лесостепной и степной зонами Центральной России и полупустынями и пустынями Казах-

---

---

стана и Средней Азии обуславливает разнообразие и специфику ландшафтов;

- расположение в пяти геоморфологических провинциях, различающихся историей геологического развития, рельефом, характером горных пород.

Общие особенности формирования региональных факторов развития геоэкологических рисков дополняются также локальными особенностями месторасположения. В целом для Саратовской области на основе накопленного нами опыта, а также исходя из данных Саратовского ЦГМС, Центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС Саратовской области среди основных факторов, обуславливающих возникновение природно обусловленных рисков ситуаций, можно выделить следующие:

### **1. Гидрологические и гидрогеологические особенности:**

- показатель густоты речной сети и ее неравномерное распространение по территории области (высокий показатель для правобережья и низкий — для левобережья) оказывает свое влияние на возможные проявления подтопления, а так же активизацию экзогенных процессов;

- сезонный подъем уровня поверхностных и грунтовых вод малых и средних рек приводит к подтоплению территории, вызывая аварийные и чрезвычайные ситуации, поражающие многие элементы инфраструктуры. Наиболее подвержены воздействию данного фактора риска поймы рек Аткара, Медведица, Хопёр, Большой и Малый Узень, Большой и Малый Иргиз, Карай, Терса. Многоводные паводки способны привести к подтоплению либо в редких случаях к затоплению значительных территорий, что может привести к нарушению коммуникаций, усложнению работ по обслуживанию нефтепроводов, линий электропередач (ЛЭП) и подстанций. В зависимости от складывающихся погодных условий паводок на малых реках Саратовской области можно ожидать от начала марта до конца первой декады апреля. Масштаб и сложность паводка, в основном, определяют несколько природных факторов — запас воды в снеге, глубина промерзания почвы, интенсивность повышения средне-суточной температуры воздуха и количество осадков в данный

---

---

период паводка. Чрезвычайные ситуации, обусловленные паводком (20 — 30 %), прогнозируются в Аткарском, Лысогорском муниципальных районах;

- экстремальный подъем уровня крупных и средних рек в период половодья, а также резкое увеличение уровня Волгоградского и Саратовского водохранилищ, возможное как результат нарушения целостности гидротехнических сооружений плотин ГЭС и вследствие ошибок, нарушений технического и технологического регламента их работы может привести к затоплению территории;

- колебания уровня грунтовых вод, которые могут привести к подтоплению территории, а также степень их минерализации как фактор, способствующий усилению коррозии металлических элементов;

- абразионная деятельность Волгоградского и Саратовского водохранилищ, приводящая к активизации оползневых и осыпных процессов — серьезный фактор геоэкологического риска, поскольку может привести к аварийным ситуациям, угрожающим линейным сооружениям (дороги, трубопроводы) и площадным элементам.

## **2. Геологические и почвенные особенности территории:**

- один из наиболее высоких уровней вертикального расчленения рельефа, характерный для отрогов Приволжской возвышенности, проявляющийся в высокой густоте овражной сети;

- плоскостной смыв со склонов преимущественно Приволжской возвышенности;

- оползневые процессы, приуроченные к правобережью области, долинам крупных и средних рек, отличающихся глубоким положением долин и русел, так же как и другие экзогенные динамические процессы;

- наличие линияментов разного порядка в пределах территории и как следствие развитие вдоль данных разломов геопатогенных зон приводят к активизации экзодинамических процессов;

- повсеместное распространение осадочных пород легкого гранулометрического состава как результат трансгрессий Каспийского моря, и оледенений способно привести к существенному увеличению площади распространения загрязнения при аварийных

---

---

ситуациях, а также усилению воздействия грунтовых вод на поверхностные воды при кратковременном или постоянных подъемах их уровня;

– особенности распространения засоленных почв, а также линз солонцов и солончаков, которые способствуют усилению коррозионной агрессивности почвенной среды на металлические элементы.

### **3. Атмосферные особенности территории:**

– практически полное отсутствие безветрия на территории области также может затруднить нормальный режим работы. С вероятностью 20 — 30 % на территории Саратовской области прогнозируются ЧС, обусловленные сильными ветрами. Районы возникновения — Аткарский, Аркадакский, Балашовский, Балаковский, Балтайский, Красноармейский, Лысогорский, Пугачевский, Самойловский. Сильные и частые ветры производят большую разрушительную работу на откосах дорог, обваловании кустов скважин, амбаров и др. Кроме того, они могут повредить наружные технологические установки, линии и опоры электропередач и т. д. Обрыв линий электропередач и прекращение подачи электроэнергии на объекты может вызвать временную приостановку всего производственного, привести к технологическим поломкам и как следствие к аварийным ситуациям;

– сильные метелевые и ливневые явления, связанные с преобладанием западного переноса воздушных масс, а также сильной циклонической активностью прилегающих территорий могут привести к затрудненному проезду к местам возможным аварий и к разрушению конструкций под действием тяжести снега или затоплению вследствие ильных ливней;

– явления, связанные с обледенением и гололедом, способствующие аварийным ситуациям, связанным с нарушением электроснабжения объектов, а также увеличению времени реагирования аварийных групп при критических ситуациях за счет затрудненного доступа к объекту аварии. Возникновение чрезвычайных ситуаций не выше межмуниципального уровня в связи с сильными гололедно-изморозевыми отложениями на проводах прогнозиру-

---

---

ется с вероятностью 20 — 30 % в Базарно-Карабулакском, Вольском, Краснопартизанском, Пугачевском, Перелюбском районах;

– засухи и как следствие степные и лесные пожары, способные вызвать воспламенения на производственных объектах. Наибольшее их количество происходит в Саратовском, Вольском, Балтайском, Аткарском, Калининском, Лысогорском, Воскресенском, Базарно-Карабулакском, районах, так как они, наиболее подвержены рекреационной нагрузке и имеют разновозрастные хвойные насаждения наиболее опасные в пожарном отношении. Возникновение ЧС с вероятностью 20 %, обусловленных крупными природными пожарами, прогнозируется в Калининском, Краснокутском, Новобурасском, Базарно-Карабулакском районах.

---

---

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В РАБОТЕ С РИСКАМИ. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

Для создания векторных версий карт, полнофункциональных специализированных геоинформационных систем, необходимой базы данных, их актуализации, интеграции аэрокосмической информации, использования данных Глобального позиционирования используются возможности современного аппаратно-программного функционария ГИС.

Накопление тематической информации в векторном (электронном) виде делает возможным создание прогнозных карт, разработку методик прогнозов и мониторинга геоэкологических рисков, моделирование опасных процессов, принятие управленческих решений и проч.

Как известно в процессе своего функционирования геоинформационные системы используют целый комплекс источников информации, обеспечивающих полноту разрабатываемого картографического обеспечения принятых решений. В основные блоки информации ГИС входят: картографические и статистические источники, данные дистанционного зондирования Земли (любого базирования), данные специальных полевых съемок и исследований, ресурсы Интернет, текстовые (литературные) источники информации. Исходя из этого, информационное обеспечение ГИС нефтяных месторождений подразумевает комплексное использование различных массивов информации (информационных ресурсов) о состоянии природных и природно-техногенных территориальных систем на единой топографо-геодезической основе и интеграцию аэрокосмической и других видов информации в едином банке данных для подготовки вариантов решений управленческих задач.

---

---

Информационное обеспечение геоинформационного подхода к реализации геоэкологического картографирования составляют следующие блоки баз данных:

- атрибутивные информационные базы данных: отраслевые, тематические базы данных, топографические и тематические карты на бумажных носителях, аэро- и космические фотоснимки, результаты наземных исследований в системе мониторинга, фондовые материалы, результаты обработки полевых данных, атрибутивная семантическая информация (материалы фото-видео фиксационных работ) и т.д.;

- цифровые информационные базы данных: векторизованные карты, нормализованные и привязанные аэро- и космические снимки, цифровые модели рельефа, модели развития процессов.

При разработке и формировании пространственной информации о базах данных необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- системный подход при создании картографических моделей;

- принцип математико-картографического моделирования как способа отображения объектов территории;

- принцип растрового ввода — вывода графической, табличной, картографической и аэрокосмической информации, ее обработки и хранения в векторной форме;

- необходимость обеспечения многократного и многоцелевого доступа к цифровой графической, табличной, картографической и аэрокосмической информации.

В ГИС должна быть обеспечена возможность чтения содержательной информации, подготовленной в соответствии с международными стандартами на обмен информацией, а также возможность взаимодействия с другими информационными системами. Геоинформационное картографирование лежит в основе поддержки производственного экологического мониторинга.

Экологический (геоэкологический) мониторинг должен включать в себя 2 основных направления исследований (рис. 2):

1. Оценку состояния окружающей среды. В данном случае экологический мониторинг заключается в системном наблюдении,

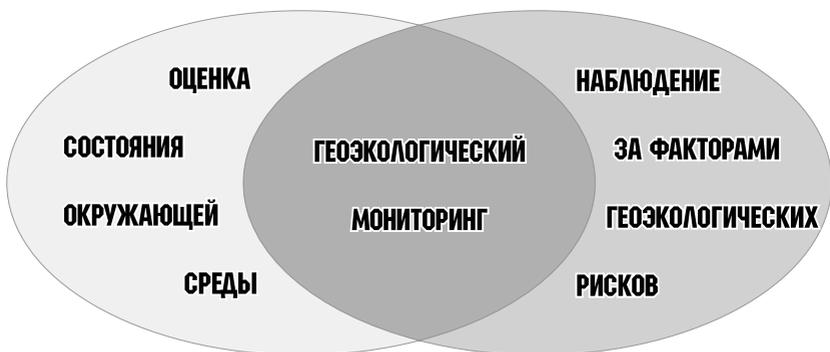


Рисунок 2. Базовая схема геоэкологического мониторинга

оценке и прогнозировании возможных изменений в компонентах природной среды в процессе функционирования техносферы.

2. Наблюдение за факторами и как следствие за самими геоэкологическими рисками — как основными источниками непосредственного компонентного воздействия на абиотические, биотические компоненты природной среды и человека.

В связи с этим под геоэкологическим мониторингом понимается системный комплекс мер, в частности наблюдение, контроль, оценку, прогноз, выработку мероприятий, направленных на выявление факторов геоэкологических рисков и оценивающих возможные изменения под действием данных факторов в компонентах природной среды и человеке.

Геоэкологический мониторинг наиболее целесообразно проводить в рамках регионального и локального уровней исследований. Основные методологические принципы геоэкологического мониторинга – принцип системности, принцип специфичности объекта воздействия, принцип оптимизации описания объекта, принцип аналогии, принцип ведущего фактора.

Основная задача организации геоэкологического мониторинга должна сводиться не только к предотвращению отрицательного техногенного и социально-техногенного воздействия на природную среду, а также выявлению соответствия реальных и прогнозных изменений компонентов природной среды, но и к акцентированию внимания на «цепочке» факторов геоэкологических опасностей.

---

---

В общем виде к целям геоэкологического можно отнести решение ряда задач:

- наблюдение за воздействием постоянно действующих источников риска;
- наблюдение за состоянием абиотических и биотических компонентов окружающей природной среды;
- оценка существующего состояния абиотических и биотических компонентов окружающей природной среды, а также анализ изменений в данных компонентах;
- прогноз изменения состояния абиотических и биотических компонентов окружающей природной среды под влиянием природных, техногенных и социальных факторов геоэкологического риска.

Цели и задачи геоэкологического мониторинга должны быть дополнены анализом наиболее ожидаемых неблагоприятных геоэкологических процессов и явлений. Для этого необходим мониторинг не только состояния компонентов окружающей природной среды, но и самих возможных источников активизации риска (рис. 3).

Руководящим документом при организации наблюдений за качеством атмосферного воздуха является РД 52.04.186-89. Основные задачи контроля состояния атмосферного воздуха:

- получение данных о фактических количественных концентрациях вредных веществ в рабочей и санитарно-защитной зонах и близлежащих населенных пунктах;
- контрольное сопоставление фактических концентраций и расчетных значений, соответствующих ПДВ;
- получение данных о фактических фоновых концентрациях веществ в атмосфере территорий будущего нефтепромысла.

При контроле за состоянием почвенной и геологической средами, а так же поверхностных и подземных вод важно проводить наблюдения за регламентом отчуждения земель, их химическим и механическим нарушением.

При контроле за состоянием биотической компоненты окружающей природной среды следует учитывать возможные факторы риска для абиотической составляющей, поскольку они способны оказать как прямое, так и опосредованное воздействие на биотиче-

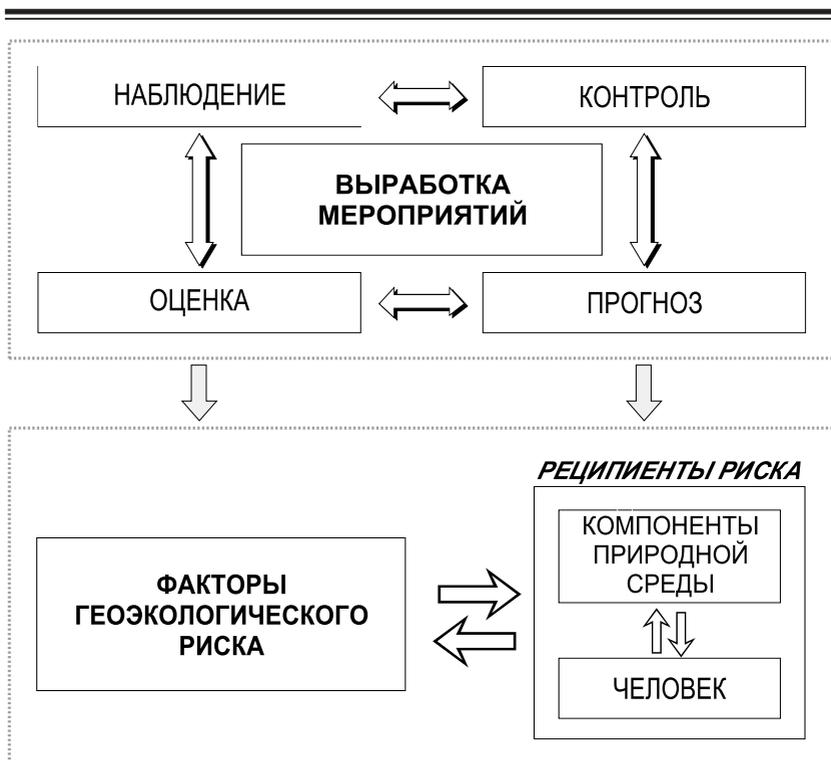


Рисунок 3. Структура геоэкологического мониторинга

скую составляющую окружающей природной среды и зачастую на человека.

Методологическая основа геоэкологического мониторинга — сопоставление фоновых показателей с результатами экологических наблюдений за определенные временные промежутки. Главная задача — определение начальной стадии изменения характеристик состава и свойств как факторов геоэкологического риска, так и природных компонентов для своевременной реализации методов риск-анализа и природоохранной политики.

При проведении геоэкологического мониторинга и анализе его результатов важно учитывать региональные особенности территории, поскольку закономерности проявления и факторы, способствующие развитию геоэкологических рисков и как следствие воздей-

---

---

ствию на компоненты окружающей природной среды, могут существенно варьировать в зависимости от природных региональных особенностей. Более того, функциональные возможности организации комплексного геоэкологического мониторинга тоже соподчинены региональным особенностям территории.

Реализация картографического мониторинга как совокупность процессов контроля, оценки и прогноза состояния окружающей среды и факторов геоэкологического риска включает в себя:

- создание баз данных базовой картографической информации, представляющей собой различного содержания карты, отражающие начальное состояние территории;
- сбор и обработку оперативных данных дистанционного зондирования Земли, глобального позиционирования и полевых исследований с целью актуализации ранее существовавших карт или создания новых;
- построение оперативных карт развития наблюдаемых процессов и явлений;
- анализ созданных картографических произведений с целью выявления закономерностей распространения наблюдаемых явлений, а также их оценки и создания прогноза развития и отклика природной среды.

Это далеко не полный перечень реализованных и возможных перспективных направлений использования инструментов геоинформационных систем в картографическом риск-анализе.

Определяющая специфическая особенность ГИС состоит в том, что основой этой базы данных являются не только исходные материалы в виде базовых региональных карт, аэро- и космических фотоснимков и табличных данных полевых изысканий, но и результаты их тематической обработки, т.е. специализированные карты, составляемые по данным дешифрирования материалов дистанционного зондирования (ДЗ) Земли и полевых изыскательских работ. Поскольку эти карты по направленности и содержанию являются оценочными и содержат в структуре качественные и количественные оценочные показатели, то они могут являться объективной информационной основой для разработки управленческих решений.

---

---

Информационное обеспечение составляют:

- блок картографических данных (в том числе космические снимки высокого разрешения и аэрофотоснимки);
- блок атрибутивной (непространственной) информации;
- блок моделирования;
- дружественный пользователю интерфейс.

Методика оценки геоэкологических рисков на основе ГИС базируется на трех уровнях сбора информации: базовой информации о природно-технической системе (ПТС), существующей до начала строительства; информации о ПТС, полученной в процессе изысканий; оперативной информации, полученной в процессе строительства и эксплуатации ПТС. Такой подход делает реальным и своевременным прогноз и предупреждение природно-техногенных аварий на всех стадиях создания и функционирования сооружений.

При формировании перечня задач, решаемых в системе оценки геоэкологических рисков, ГИС ориентируется на следующее:

- предупреждение природно-техногенных аварий и катастроф при строительстве и эксплуатации техногенной системы;
- зонирование территории по степени подверженности авариям.

Для формирования БД используются: метаданные, электронные карты и общая информация.

Анализ геоэкологических рисков заключается в следующем:

- определение факторов риска от следующих воздействий: природные и антропогенные, среди которых: качество производства и оборудования, качество строительно-монтажных работ, эксплуатационные факторы, коррозия, человеческий фактор;

- осуществление оценки риска и прогноз развития ситуации.

Под этим подразумевается количественная оценка риска (расчет выхода продукта при аварии, расчет площади загрязнения) и качественная оценка риска (определение потенциального ущерба окружающей среде);

- разработка практических рекомендаций по снижению риска на основе уже проведенной оценки и прогноза динамики событий, с учетом экономической эффективности. Возможны рекомендации по оптимизации территории с учетом природных факторов, таких

---

---

как особенности рельефа, геолого-тектонических условий, наличие полезных ископаемых, флоры и фауны территории.

В процессе разработки модели оценки геоэкологических рисков выполняется следующий комплекс работ:

- собирается и подготовлена исходная информация (аэрокосмическая, картографическая, справочная и др.);
- разрабатываются и составляются тематические карты;
- выбираются и адаптируются программные средства, позволяющие осуществить ввод, систематизацию и обработку исходной информации;
- разрабатывается структурная схема географической БД на территории.

Данные некартографического характера могут быть представлены в форме, обеспечивающей их последующую пространственную привязку в создаваемой БД ГИС. Надежное обеспечение геоэкологического анализа возможно только в специально создаваемых информационных системах, в качестве элемента которых входят ГИС. Информационные модели позволяют решать задачи анализа рисков.

---

---

## **ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГИС**

Процессы обработки общей и тематической информации представляет собой наиболее сложную составляющую часть любой геоинформационной системы. Можно выделить 2 основных блока, которые обеспечивают не только работу с собранными материалами и данными, но и их корректное использование с последующей реализацией в необходимые пользователю проекты.

1. Геоинформационное картографирование.
2. Моделирование процессов и явлений на основе возможностей ГИС.

Геоинформационное картографирование — автоматизированное создание и использование карт на основе географических информационных систем и баз картографических данных и знаний, обеспечивая при этом информационно-картографическое моделирование геосистем. К основным особенностям геоинформационного картографирования, позволяющим активно использовать его при геоэкологическом риск-анализе, можно отнести следующее:

- высокую степень автоматизации с опорой на картографические базы данных, а также инфраструктуру пространственных данных;
- системный подход к визуализации и анализу геосистем, как объектов геоэкологических и экологических рисков;
- высокий уровень интерактивности картографического обеспечения процесса принятия решений в рискованной ситуации, путем тесного сочетания методов создания и использования карт;
- оперативность процесса картографирования, обеспечивающую экстренное реагирование и принятие управленческих решений;

---

---

– разностороннюю оценку рисков ситуаций и их последствий для возможности оперативного принятия альтернативных решений;

– мультимедийность и высокую степень наглядности картографических материалов;

– возможность создания и использования не только современных изобразительных средств, но и проектирование геоизображений новых видов, визуализируемых самими последними техническими средствами;

– проблемно-практическую ориентацию процесса картографирования, направленную на обеспечения принятия решений.

Геоинформационное картографирование обеспечивает в первую очередь обширный набор разнообразных картографических материалов, в рамках данной системы, условно, складывающиеся в группы:

– общие карты территорий, зачастую представляющие собой цифровые топографические карты и планы;

– обширная группа специальных или тематических карт, включающая в себя весьма разнообразные карты. Данная группа карт наиболее важна при создании интегральных и оценочных карт;

– оценочные аналитические карты геоэкологических условий территории, к которым можно отнести, к примеру, карты активных экзо- и эндодинамических процессов, устойчивость территории и т. п.;

– карты результатов моделирования негативных процессов и явлений. В качестве примера выступают карты рассеивания вредных веществ разной концентрации и длительности пребывания в воздухе в атмосфере и т. п.

Этапы сбора, обработки и хранения геоэкологической информации в итоге обеспечивают наличие третьей функциональной возможности геоинформационной системы — вывода информации.

Возможности наглядной визуализации, реализованные функцией вывода геоэкологической информации. Данная функция ГИС обычно складывается из 2 блоков:

1. Картографическая визуализация;

2. Визуализация обработанной геоэкологической информации в виде схем, диаграмм, графиков и пр.

---

---

Картографическая визуализация, исходя из предложенной классификации, может по праву считаться основным подтипом функции вывода. Она обеспечивает пользователю наглядное представление процессов, объектов и явлений, несущих смысловую нагрузку для всесторонней оценки состояния территории ??нефте-промысла.

Картографическая визуализация может организовываться в виде электронных карт, их «бумажных» аналогов, картографических анимаций (к примеру, анимаций, виртуальных моделей местности (ВММ), картограмм и картодиаграмм, изображений в неевклидовой метрике (анаморфированных карт, картоидов для абстрактного отражения ситуации).

Возможность визуализации информации путем создания схем, диаграмм, графиков позволяет представить геоэкологическую количественную информацию, организованную в базы и банки данных, в удобном для понимания и чтения виде. Данный подблок вывода информации зачастую является вспомогательным базисом для элементов картографической визуализации.

---

---

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В каких отраслях деятельности человека не будет присутствовать риск:

- a) бытовая жизнь;
- b) отдых на природе;
- c) финансовая деятельность;
- d) во всех отраслях будет присутствовать риск.

2. Что такое риск:

- a) сочетание вероятности и последствий возможной опасности (опасного события);
- b) вероятность возможной опасности (опасного события);
- c) последствия возможной опасности (опасного события).

3. Найдите научные дисциплины(у), не повлиявшие на возникновение ГИС:

- a) математика;
- b) геодезия;
- c) дизайн;
- d) биология.

4. Из какого языка берет свои корни понятие «риск» (risque):

- a) немецкий;
- b) английский;
- c) французский.

5. Источники риска по продолжительности бывают:

- a) вековые;
- b) атмосферные;
- c) геологические;
- d) все вышеперечисленные.

6. *Управление риском это —*

а) комплекс условий среды, техногенных и антропогенных особенностей, способные усилить или ослабить влияние от источника риска;

б) сочетание вероятности и последствий возможной опасности (опасного события);

в) система методов и аппаратно-программных средств, оказывающих регулирующее, прогностическое, превентивное влияние на источники, факторы и реципиентов риска, снижая или предотвращая как риск, так и его последствия.

7. *Экологический риск это —*

а) наступление, или появление заметной вероятности наступления нежелательных событий;

б) вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера;

в) сочетание вероятности и последствий проявление опасности, вытекающее из комплексного негативного воздействия всех компонентов среды.

8. *Что такое генерализация экологической информации?*

а) обобщение геоизображений мелких масштабов относительно более крупных;

б) обобщение геоизображений крупных масштабов относительно более мелких;

в) избавление от узлов и углов.

9. *Что является синонимом аналого-цифрового преобразования данных?*

а) растризация;

б) векторизация;

в) и то и другое.

10. *Сколько типов моделей экологических данных выделяют?*

а) 1;

б) 3;

в) 4.

---

---

11. Сколько типов источников обычно использует экологически ориентированная ГИС:

- a) 1;
- b) все;
- c) 4-5.

12. Каких данных не будет в экологически ориентированных ГИС:

- a) статистических;
- b) текстовых;
- c) данных полевых исследований;
- d) данных ДЗ Земли;
- e) все вышеперечисленные будут присутствовать.

13. Что такое атрибутивная экологическая информация об объекте?

- a) любая информация за исключением координат;
- b) любая информация, включая координаты;
- c) координаты объекта.

14. Какой уровень проектирования базы экологических данных полностью зависит от аппаратных и программных средств:

- a) физический;
- b) концептуальный;
- c) логический.

15. Факторы экологического риска бывают:

- a) -специальные;
- b) -долгосрочные;
- c) -природные.

16. По функциям ГИС бывают:

- a) ввода и обработки данных;
- b) Земельные ГИС;
- c) субрегиональные.

17. По предметной области ГИС выделяют:

- a) природоохранные ГИС;
- b) региональные ГИС;

- 
- 
- с) субконтинентальные;
  - д) феномены реальности.

18. *Что такое растрезация?*

- а) растрово-векторное преобразование;
- б) векторно-растровое преобразование;
- с) не то не другое.

19. *Что не относится к критериям качества цифровой экологической карты:*

- а) информативность;
- б) точность;
- с) векторизация.

20. *Что такое цифровая экологическая карта?*

а) картографическое изображение, визуализированное на дисплее (видеоэкране) компьютера на основе данных цифровых карт или баз данных ГИС в отличие от компьютерных карт, визуализируемых невидеоэкранными средствами графического вывода;

б) цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом;

с) отсканированная бумажная карта.

21. *Что такое дигитайзер?*

а) цифрователь, устройство для аналого-цифрового преобразования сигналов, источников и данных;

б) устройство отображения, предназначенное для вывода данных в графической форме на бумагу, пластик, фоточувствительный материал или иной носитель путем черчения, гравирования, фото-регистры.

22. *Что такое электронная экологическая карта?*

а) картографическое изображение, визуализированное на дисплее (видеоэкране) компьютера на основе данных цифровых карт или баз данных ГИС в отличие от компьютерных карт, визуализируемых невидеоэкранными средствами графического вывода;

б) цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки дан-

---

---

ных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом;

- с) отсканированная бумажная карта;
- д) человек, который работает с ГИС.

23. *Что из перечисленного не является пространственным экологическим объектом:*

- а) пиксел;
- б) точка;
- с) линия;
- д) ромб;
- е) все вышеперечисленное;
- ф) ничего из вышеперечисленного.

24. *Сколькими координатами может быть определено положение фактора риска в пространстве:*

- а) одной;
- б) двумя;
- с) тремя;
- д) двумя и тремя.

25. *Каких видов может быть процесс векторизации?*

- а) ручной;
- б) дигитайзерный;
- с) полуавтоматический.

26. *Что случится с базой экологических данных, представленной в виде таблицы, если из нее удалить строчку?*

- а) ничего;
- б) удалится информация о целом объекте;
- с) удалится информация о каком-либо свойстве всех объектов таблицы.

27. *Что случится с базой экологических данных, представленной реляционной моделью, если из нее удалить столбец?*

- а) ничего;
- б) удалится информация о целом объекте;
- с) удалится информация о каком-либо свойстве всех объектов таблицы;
- д) удалиться вся БД.

28. Что из перечисленного относится к специфическим функциям пространственного анализа в экологически ориентированных ГИС:

- а) корреляционный анализ;
- б) картографическая визуализация;
- в) построение буферных зон.

29. Что такое агрегирование экологических данных:

- а) процесс обновления данных;
- б) переход к собирательным характеристикам объектов;
- в) переход к индивидуальным характеристикам объектов.

30. С чем работают в процессе осуществления процесса геокодирования экологической информации:

- а) с картографическими данными;
- б) с таблицами баз данных;
- в) с растровыми картинками.

**Ответы:**

1-d; 2-a; 3-c,d; 4-c; 5-a; 6-c; 7-с; 8-a; 9-b; 10-c; 11-b; 12-e; 13-a; 14-a; 15-c; 16-a; 17-a; 18-b; 19-c; 20-b; 21-a; 22-a; 23-d; 24-d; 25-c; 26-b; 27-c; 28-a; 29-b; 30-b.

---

---

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **«Создание схемы риска»**

*Цель работы:*

исследование факторов, источников и реципиентов риска.

*Ход работы:*

- определить вид риска, схема которого будет выполняться;
- выявить факторы риска используя ресурсы Internet и литературы, рекомендуемой к курсу;
- определить к какому виду риска, исходя из предложенных оснований классификаций, относится выбранный риск;
- проанализировать возможные последствия проявления риска;
- визуализировать полученную информацию в виде схемы с применением иллюстраций.

*Пример выполненной работы:*

Приложение 1.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

### **«Создание схемы риск-анализа»**

*Цель работы:*

создание на основе практической работы №1 схемы геоэкологического риск-анализа изучаемого процесса.

*Ход работы:*

- по результатам выполнения Практической работы № 1 и материалов лекций определить пример изучаемого риска;
- выделить для исследуемого риска факторы, реципиенты, методы оценки, а также принципы построения прогнозов и рекомендаций. Результат работы оформить в виде «Схемы риск-анализа».

*Пример выполненной работы:*

Приложение 2.

---

---

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

### **«Принципы отображения рисков на картах»**

*Цель работы:*

изучение возможностей картографического отображения разного вида риска на картографических произведениях.

*Ход работы:*

- выбрать одну из возможных классификаций рисков, рассмотренных в ходе лекционных курсов;
- на основе выбранной классификации представить примеры картографической реализации риска;
- дать общую характеристику и проанализировать представленные картографические материалы;
- оформить результаты работы в виде сводной схемы и презентации.

*Пример выполненной работы:*

Приложение 3.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

### **«Способы работы с картами рисков»**

*Цель работы:*

знакомство со способами и приемами работы с картами рисков.

*Ход работы:*

- на основании практической работы №3 выбрать карты риска или факторов риска (обязательным условием служит наличие как минимум 2-х карт на одну территорию и в одном масштабе);
- провести работу с картами рисков, в соответствии с описанными в кратком курсе лекций приемами: комплексное описание карт; графические и графоаналитические приемы, опробовать приемы математико-картографического моделирования;
- оформить результат работы в виде презентации.

---

---

*Пример выполненной работы:*

Приложение 4.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

### **«Проектирование и составление карт рисков на территорию крупного города РФ»**

*Цель работы:*

закрепление навыков геоинформационного тематического картографирования. Создание серии частных карт рисков. Проектирование и составление интегральной комплексной карты суммарного риска. Выработка рекомендаций по ликвидации или снижению риска.

*Ход работы:*

- проектирование географической основы на территорию крупного города РФ;
- выбор тематического содержания, картографических способов изображения, проектирование легенды частных карт рисков на территорию крупного города РФ;
- проектирование и создание интегральной комплексной карты суммарного риска на территорию крупного города РФ;
- оформление работы в виде серии частных аналитических карт, интегральной комплексной карты, а также видеоролика.

*Пример выполненной работы:*

Приложение 5.

---

---

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Риск** — сочетание вероятности и последствий возможной опасности (опасного события).

**Опасность** — наступление, или появление заметной вероятности наступления нежелательных событий.

**Экологический риск** — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера.

**Геологический и геохимический риски** — вероятности активизации и проявления природных или техногенных геологических процессов на определенной территории, а эколого-геоморфологический риск, как степень вероятности совокупного проявления опасных и катастрофических процессов рельефообразования за определенный интервал времени, влекущих за собой экологические последствия.

**Геоэкологический риск** — сочетание вероятности и последствий проявления опасности, вытекающее из комплексного негативного воздействия всех компонентов среды.

**Анализ риска** — это систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды.

**Источник риска** — субъект, объект или явление, способное привести к негативному воздействию, в последующем спровоцировав риск.

**Фактор риска** — комплекс условий среды, техногенных и антропогенных особенностей, способные усилить или ослабить влияние от источника риска.

---

---

**Реципиент риска** — субъект или объект, на которого направлено воздействие источника и факторов риска.

**Управление риском** — система методов и аппаратно-программных средств, оказывающих регулирующее, прогностическое, превентивное влияние на источники, факторы и реципиентов риска, снижая или предотвращая как риск, так и его последствия.

**Экологическое картографирование** — один из видов картографирования тематического, отражающий состояние экосистем и воздействие на них (нагрузка антропогенная, степень загрязнения различных компонентов, размещение заповедников и др. охраняемых природных территорий, распространение редких и исчезающих видов животных и растений, специфических биотопов и т.п.).

**Геоинформационные системы (ГИС)** — это аппаратно-программный человекомашинный комплекс, информационная система, обеспечивающая сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением природной средой и территориальной организацией общества

**Геоинформационное картографирование** — отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт на основе геоинформационных технологий и баз географических (геологических, экологических, социально-экономических и др.) знаний.

---

---

## ПЕРСОНАЛИИ

- Берлянт А. М.* — географ-картограф, научные интересы связаны с теорией картографии, разработкой методов использования карт в научных исследованиях, проблем картографического образа и др. В середине 1980-х годов сформулировал идею геоиконики — общей теории геоизображений, находящейся на стыке картографии, дистанционного зондирования и геоинформатики.
- Ваганов П. А.* — профессор, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры экологической геологии геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, научные исследования в области экологических катастроф и рисков, методов оценки риска угрозы здоровью.
- Верещака Т. В.* — профессор, заведующая кафедрой картографии Московского института геодезии и картографии (МИГАиК), научное направление — экологическая картография.
- Кочуров Б. И.* — российский учёный в области геоэкологии и картографии, профессор Института географии РАН, главный редактор журнала «Проблемы региональной экологии». Один из основателей картографического направления в геоэкологических исследованиях, создал первую экологическую карту СССР, ряд экологических карт других территорий.
- Мазур И. И.* — профессор, доктор технических наук. Основное направление научной деятельности: инженерно-экологическое обеспечение нефтегазового строительства в сложных природно-климатических условиях; признан основоположником нового научного направления — «Инженерная экология».
- Макаров В. З.* — профессор, доктор географических наук. Заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета. Председатель Саратовского отделения Русского географического общества. Сфера научных интересов: история и теория ландшафтоведения,

---

---

ландшафтная экология, рациональное природопользование, градоэкологический анализ, использование геоинформационных технологий в ландшафтно-экологических и медико-географических исследованиях.

*Кошкарёв А. В.* — кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоморфологии Института географии РАН (г. Москва). Научные интересы: геоинформатика, электронное картографирование, инфраструктуры пространственных данных.

*Лурье И. К.* — профессор, доктор географических наук, заведующая кафедрой картографии и геоинформатики Московского государственного университета им. М.Ю. Ломоносова (МГУ).

*Осипов В. И.* — профессор, доктор геолого-минералогических наук. Область научных интересов: фундаментальные аспекты охраны окружающей среды, теория прочности грунтов, искусственное изменение свойств грунтов, рациональное использование геологической среды и концептуальные основы экологической политики.

*Стурман В. И.* — профессор, доктор географических наук. Автор учебных пособий по геоэкологии и природопользованию, экологическому картографированию, региональным экологическим проблемам. Список рекомендованной литературы

*Чумаченко А. Н.* — доктор географических наук. Член экспертной комиссии Попечительского совета и член Президиума Ученого совета Русского географического общества. Сфера научных интересов: картография, геоинформационное картографирование ГИС, геоинформационные технологии, эколого-географическое картографирование.

---

---

## РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Абалаков, А. Д.* Экологическая геология: учебное пособие. Иркутск : Издательство Иркутского университета, 2007. 267 с.

*Ваганов П. А.* Экологические риски: учебное пособие. Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2001. 152 с.

Географическое картографирование: карты природы: учебное пособие / под ред. Е. А. Божилиной. Москва : КДУ, 2010. 316 с.

География, общество, окружающая среда. Природно-антропогенные процессы и экологический риск / под ред. С. М. Малхазовой, Р. С. Чалова. Москва : Издательский Дом «Городец», 2004. – Т. 4. – 616 с.

Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС-технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. З. Макаров [и др.]; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.

ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. Введ. 2003-09-01. Москва : Издательство стандартов, 2002. 36 с.

*Дьяконов, К. Н., Дончева, А. В.* Экологическое проектирование и экспертиза: учебник для вузов. Москва : Издательство «Аспект Пресс», 2002. 384 с.

*Кочуров, Б. И.* Подходы к определению и классификации экологического риска // География и природные ресурсы. 1993. № 4. С. 22 — 27.

*Мазур, И. И.* Опасные природные процессы и явления. Вводный курс: Учебник. Москва : ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 706 с.

*Молочко А. В., Жучков П. С.* Имитационное моделирование риска чрезвычайной ситуации при аварии на участке магистрального газопровода (на примере Петровского района Саратовской области)

---

---

с использованием геоинформационных технологий) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле, вып. 2 т. 11. Саратов : Издательство Саратовского университета. 2011. С. 20 — 27.

*Молочко, А. В., Тарбаев В. А.* Географические информационные системы (с основами цифровой тематической картографии): учеб. пособие / В. А. Тарбаев, А. В. Молочко. Саратов : Издательство «Новый ветер», 2016. 144 с.

Оценка и управление природными рисками. Тематический том / под ред. А. Л. Рогозина. Москва : Издательская фирма «КРУК», 2003. 320 с.

*Осипов, В. И.* Оценка природных рисков // Геоэкология. 2004. № 6. С. 483 — 490.

Основы геоинформационного картографирования. Методические указания по выполнению лабораторных работ / А. В. Молочко, А. В. Федоров. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2015. 60 с.

Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 N 144 “Об утверждении Руководства по безопасности “Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах”

*Рагозин, А. Л.* Оценка и управление природными рисками // Мат-лы Общероссийской конф. «РИСК-2000». Москва : Анкил, 2000. 480 с.

РД 08-120-96. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов. Введ. 1996-12-06. Москва : НТЦ «Промышленная безопасность», 1996. 12 с.

*Реймерс, Н. Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. Москва : Мысль, 1990. 639 с.

Социально-экономические карты: учебное пособие / Е. А. Прохорова. Москва : КДУ, 2010. 424 с.

Стратегические риски России: монография / под ред. Ю. А. Воробьева. Москва : Деловой экспресс, 2005. 392 с.

*Стурман, Б. И.* Экологическое картографирование: учебное пособие для студентов вузов по геогр. и экол. специальностям. Москва : Аспект Пресс, 2003. 250 с.

Федеральный Закон № 7-ФЗ. Об охране окружающей среды. Введ. 2002-01-10. Москва : Правительство РФ, 2002. 33 с.

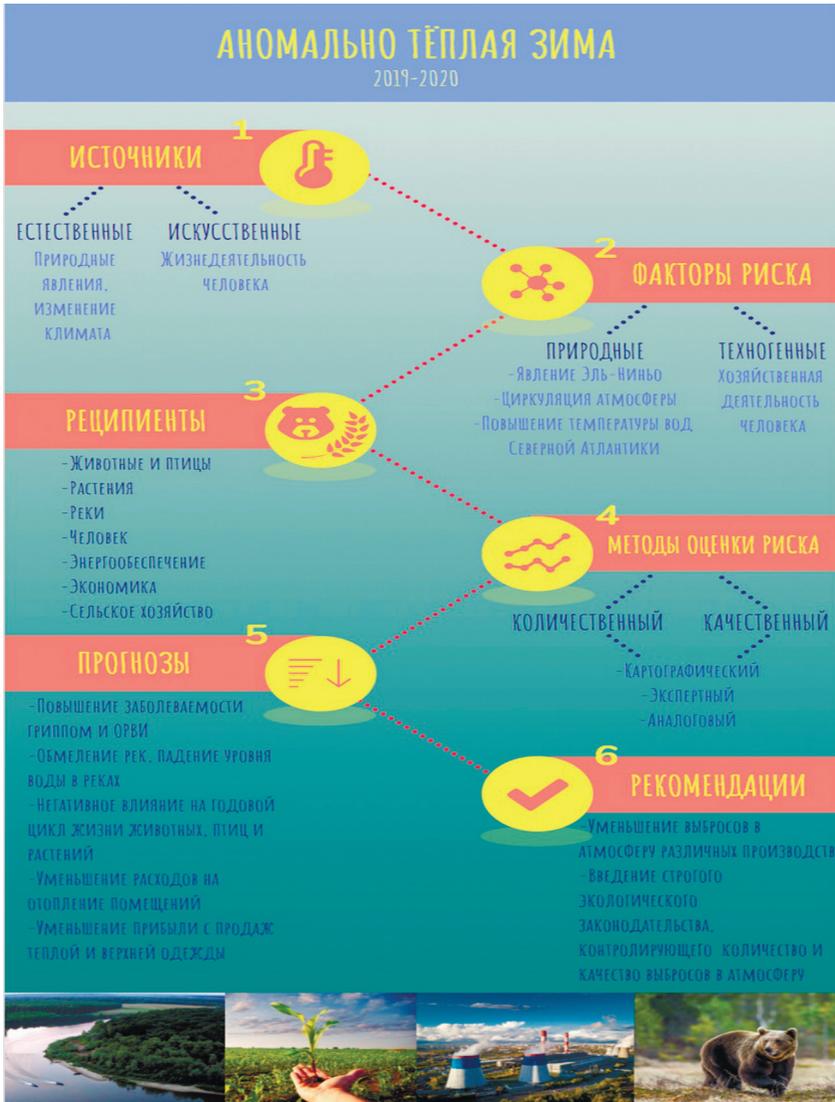
## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Пример выполнения практической работы №1 «Создание схемы риска»



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Пример выполнения практической работы №2 «Создание схемы риск-анализа»



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Пример выполнения практической работы №3 «Принципы отображения рисков на картах»



Ссылка на файл с примером  
[https://disk.yandex.ru/i/UkdB015Igu5j\\_g](https://disk.yandex.ru/i/UkdB015Igu5j_g)

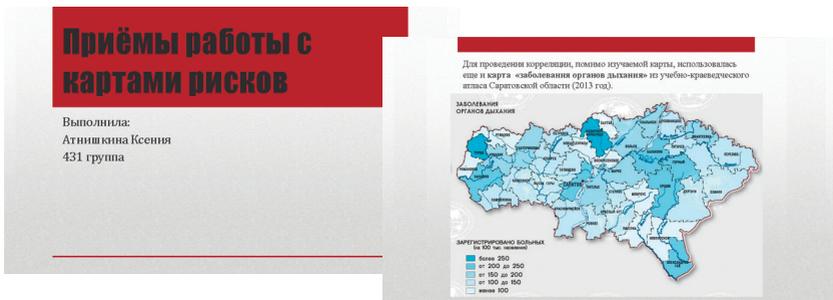


## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Примеры выполнения практической работы №4 «Способы работы с картами рисков»



Ссылка на файл с примером  
[https://disk.yandex.ru/i/-pa\\_Psvl4TD0GA](https://disk.yandex.ru/i/-pa_Psvl4TD0GA)





Ссылка на файл с примером  
<https://disk.yandex.ru/i/npRR1ks0eEebqg>

Приёмы ра картами ри

Выполнил:  
Цыбиргап

Индикатор	Выборочные значения (по)	Максимум (по)	Минимум (по)
Возрастная структура населения	1	4	2
Уровень образования населения	1	4	2
Уровень доходов населения	1	4	2
Уровень занятости населения	1	4	2
Уровень миграции населения	1	4	2
Уровень загрязнения окружающей среды	1	4	2
Уровень шума в городе	1	4	2
Уровень загрязнения воздуха	1	4	2
Уровень загрязнения воды	1	4	2
Уровень загрязнения почвы	1	4	2
Уровень загрязнения атмосферы	1	4	2
Уровень загрязнения гидросферы	1	4	2
Уровень загрязнения литосферы	1	4	2
Уровень загрязнения биосферы	1	4	2
Уровень загрязнения космосферы	1	4	2
Уровень загрязнения антропогенной среды	1	4	2
Уровень загрязнения природной среды	1	4	2
Уровень загрязнения окружающей среды	1	4	2
Уровень загрязнения территории	1	4	2
Уровень загрязнения территории города	1	4	2
Уровень загрязнения территории района	1	4	2
Уровень загрязнения территории области	1	4	2
Уровень загрязнения территории страны	1	4	2
Уровень загрязнения территории мира	1	4	2
Уровень загрязнения территории планеты	1	4	2
Уровень загрязнения территории Вселенной	1	4	2

Сравнение выбранных показателей уровня загрязнения и доли площади земель лесного фонда на район

Ранговый коэффициент корреляции приближенный к максимальному значению 1 говорит о сильной зависимости выбранных показателей между собой.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Пример выполнения практической работы №4 «Проектирование и составление карт рисков на территорию крупного города РФ»



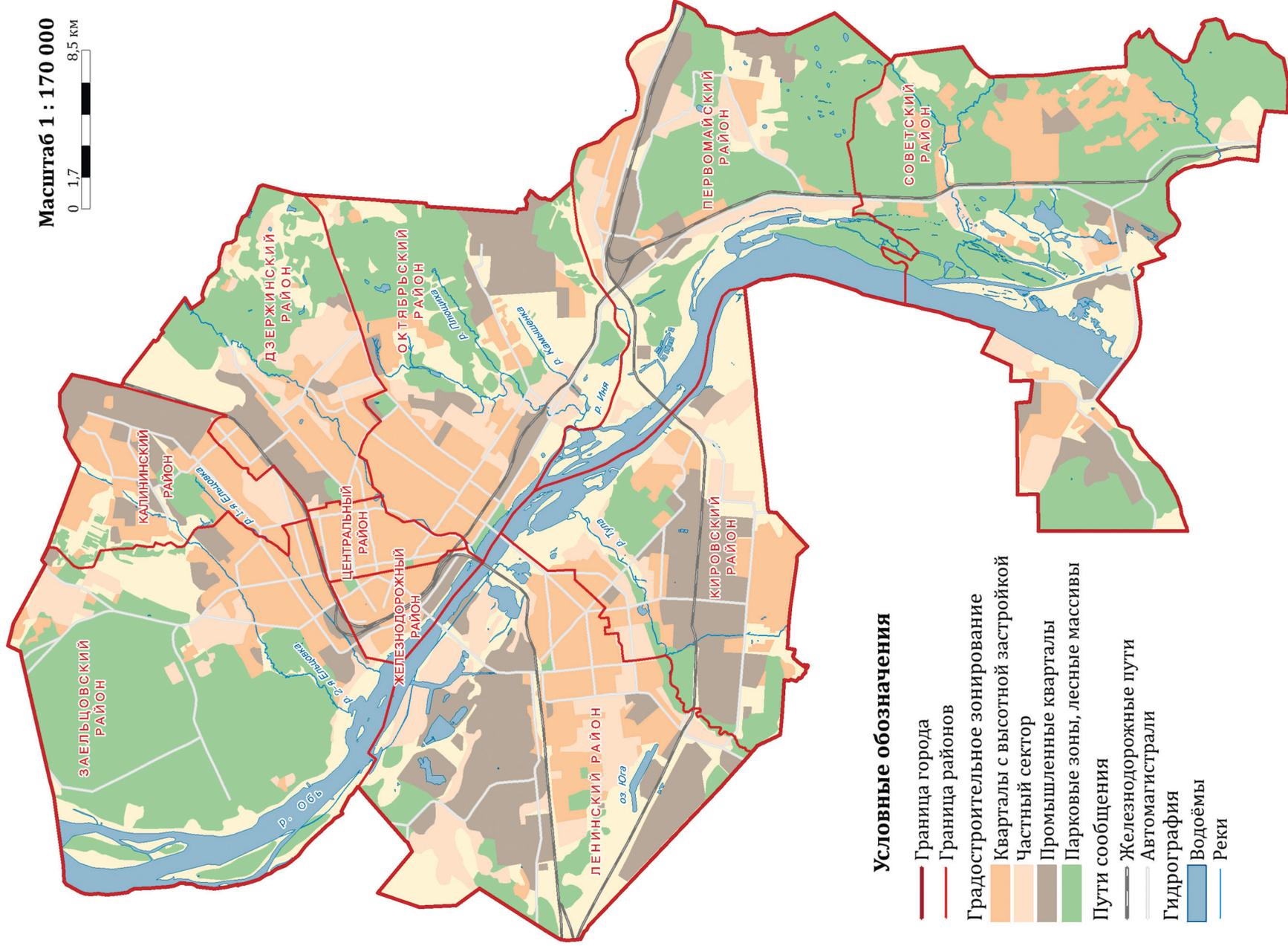
Ссылка на файл с примером  
<https://disk.yandex.ru/i/npRR1ks0eEebqg>

Что такое рак?

Пить дистиллированную или кипяченую воду

КАРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСК

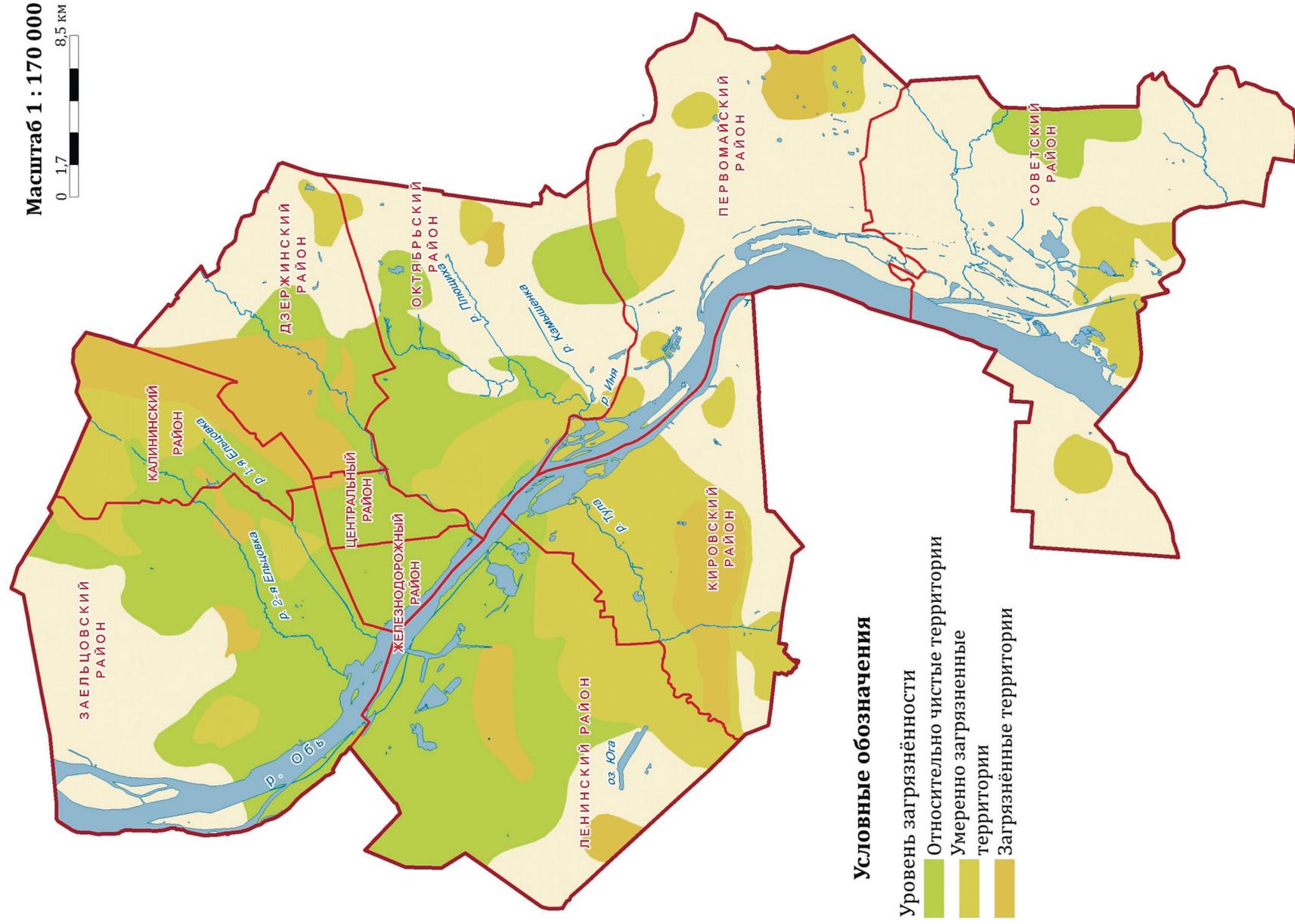
Масштаб 1 : 170 000  
 0 1,7 8,5 км



Условные обозначения

- Граница города
- Граница районов
- Градостроительное зонирование
  - Кварталы с высотной застройкой
  - Частный сектор
  - Промышленные кварталы
  - Парковые зоны, лесные массивы
- Пути сообщения
  - Железнодорожные пути
  - Автомобильные магистрали
- Гидрография
  - Водоёмы
  - Реки

**ПРЕДПОЛАГАЕМОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ  
ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДА НОВОСИБИРСК**

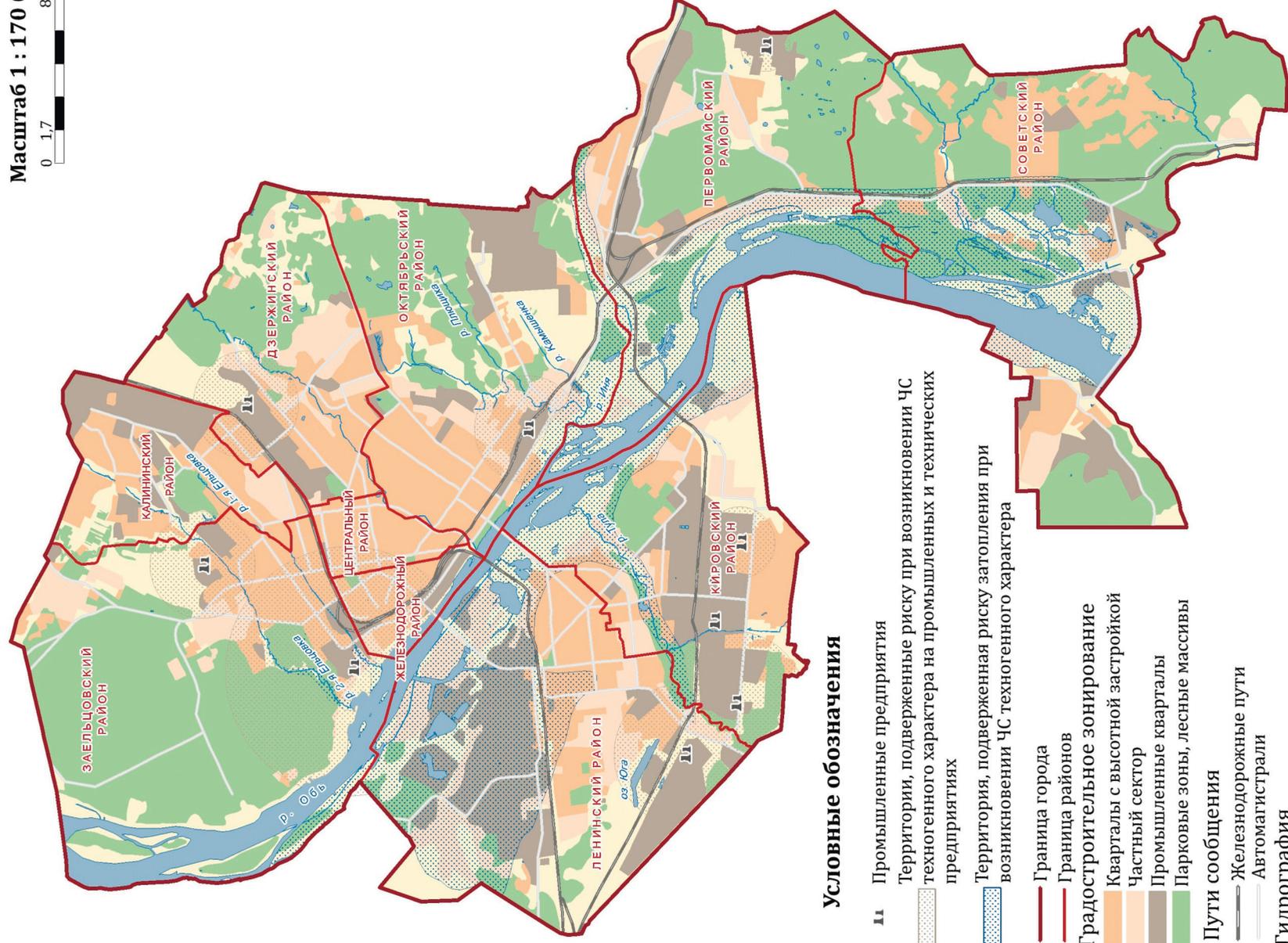


## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### КАРТА ГРАНИЦ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РИСКУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА ГОРОДА НОВОСИБИРСК

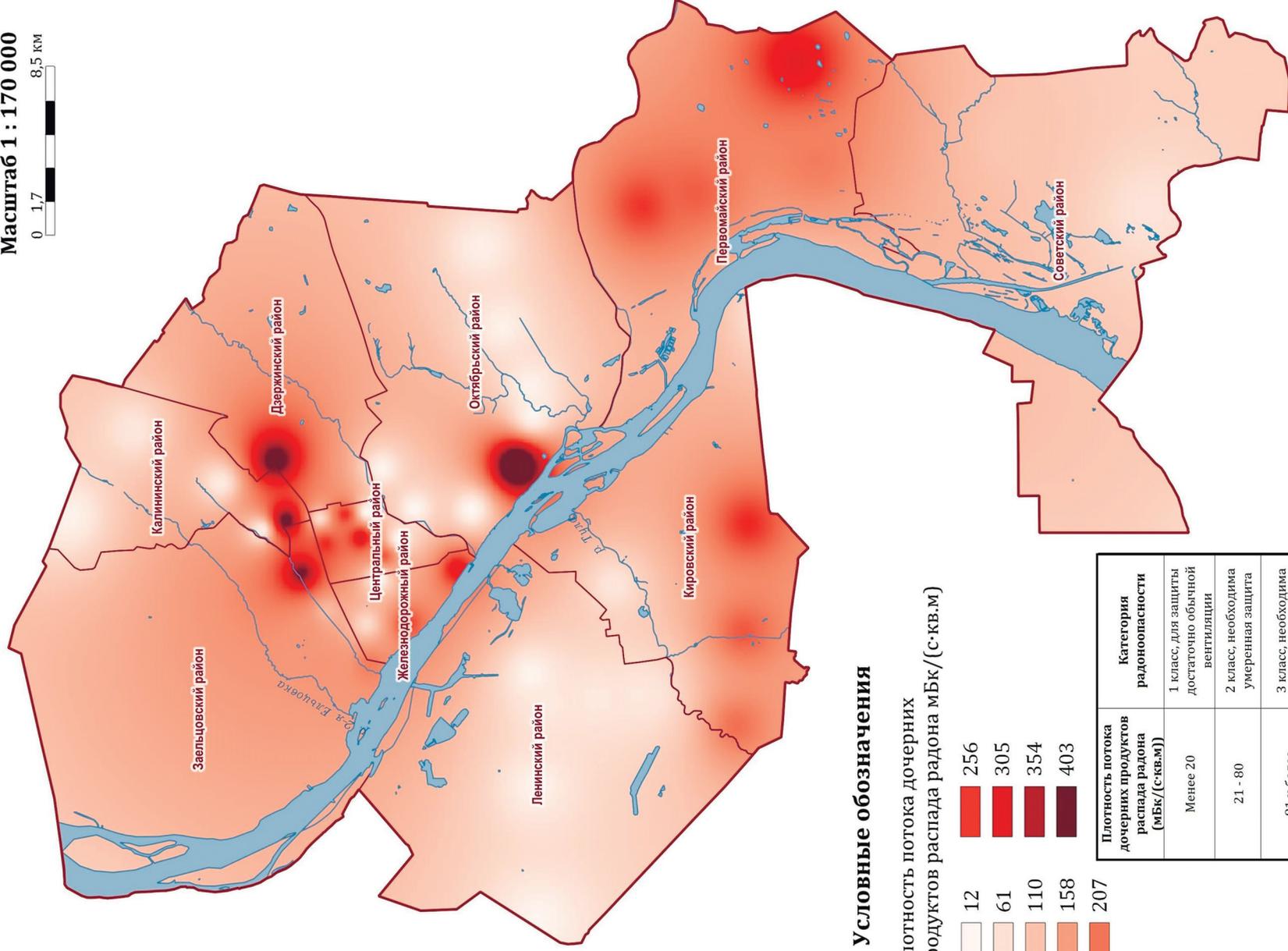
Масштаб 1 : 170 000

0 1,7 8,5 км



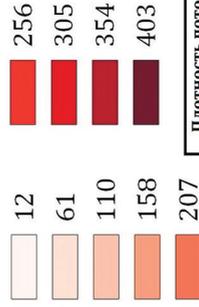
# КАРТА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДА НОВОСИБИРСК

Масштаб 1 : 170 000



## Условные обозначения

Плотность потока дочерних продуктов распада радона мБк/(с·кв.м)



256

305

354

403

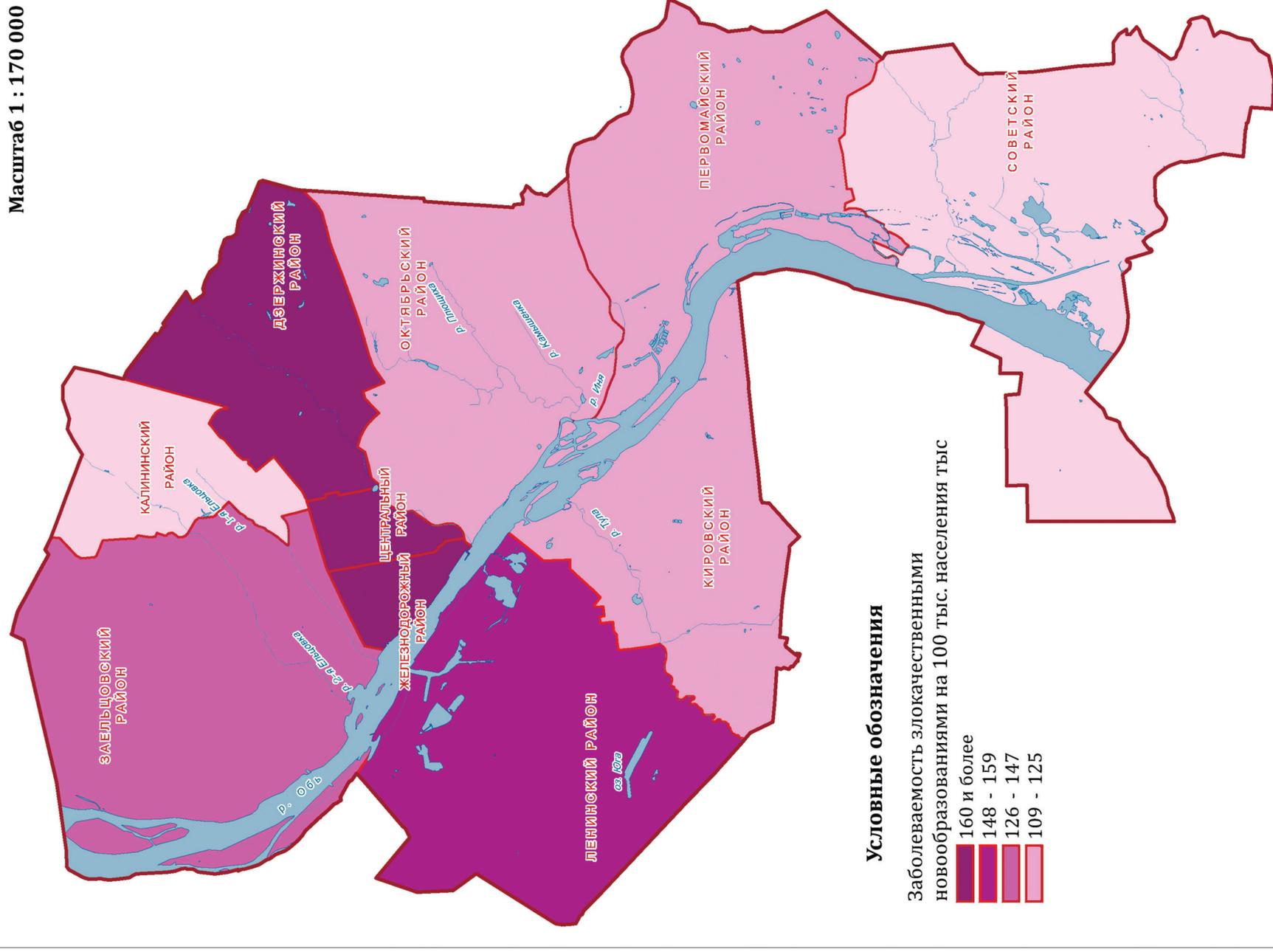
207

Плотность потока дочерних продуктов распада радона (мБк/(с·кв.м))	Категория радионепопасности
Менее 20	1 класс, для защиты достаточно обычной вентиляции
21 - 80	2 класс, необходима умеренная защита
81 и более	3 класс, необходима усиленная защита

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

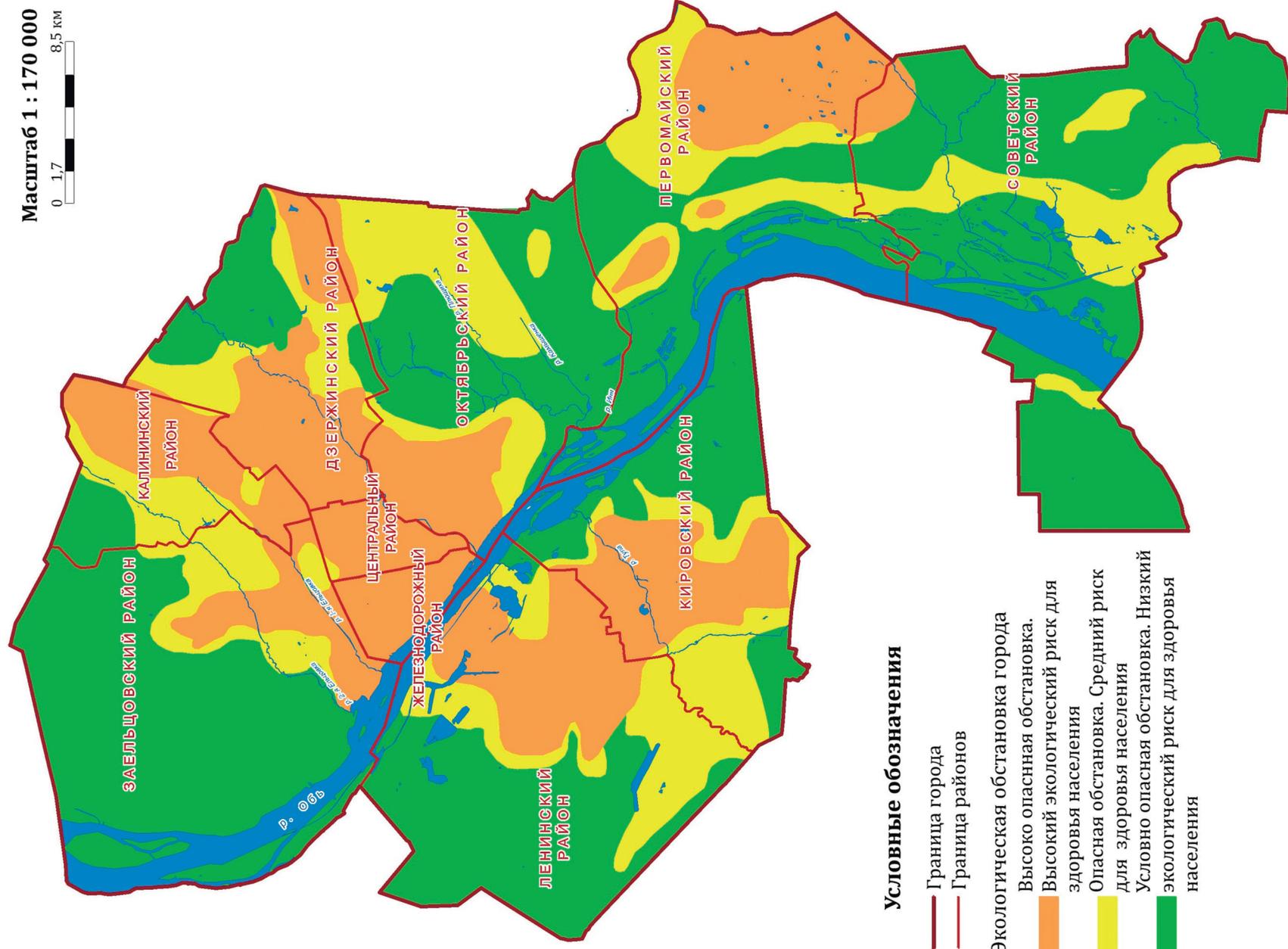
### КАРТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСК

Масштаб 1 : 170 000



**КАРТА КОМПЛЕКСНОГО РИСКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НОВОСИБИРСК**

Масштаб 1 : 170 000



**Условные обозначения**

- Граница города
- Граница районов
- Экологическая обстановка города
- Высоко опасная обстановка.
- Высокий экологический риск для здоровья населения
- Опасная обстановка. Средний риск для здоровья населения
- Условно опасная обстановка. Низкий экологический риск для здоровья населения

Учебное издание

**Молочко Анна Вячеславовна**

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

*учебное пособие*

ISBN 978-5-907175-57-0



Компьютерная верстка *А. В. Фёдоров*

---

Подписано в печать 17.05.2021. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. 5,35 (5,75). Тираж 300 . Заказ № 11883.

---

Издательство "Техно-Декор".  
410012, Саратов, Московская, 160 .  
тел. 77-08-48  
sar-print.ru