

**Экологические риски.  
Картографирование  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

# План

1. Экологические и геоэкологические риски.
2. История развития изучения рисков и картографирования.
3. Экологическое картографирование.
4. Информационное обеспечение экологического картографирования.
5. Типы картографирования экологических рисков.
6. Роль экологических карт в природоохранной деятельности.

# 1. Экологические и геоэкологические риски.

**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.**

# Изучение риска и его последствий регламентировано большим количеством руководящих документов и ГОСТов.

Среди **основных** стоит выделить **РД 08-120-96 и ГОСТ Р 51901-2002.**

Первый документ определяет риск как сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события.

Понятие **риска включает** в себя 2 взаимосвязанных элемента: **частоту**, с которой осуществляется опасное событие, и **последствия этого события.**

**По ГОСТ Р 51901-2002**, риск – сочетание вероятности события и его последствий. Ученые дают свои определения понятию «риск».

**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.

# Классификаций рисков

## По продолжительности:

1. Мгновенные (секунды) – импактные события (столкновение крупного метеорита).
2. Кратковременные (часы, дни) – шквалы, паводки, атмосферные явления.
3. Долговременные (месяцы, годы) – космогенные, климатические.
4. Вековые (десятки, сотни лет) – климатические, космогенные.

### **По масштабу действия:**

- локальный;
- региональный;
- национальный;
- глобальный.

### **По характеру воздействия:**

- одномоментный (разовый, многоразовый);
- перманентный;
- кумулятивный (увеличивающийся);
- экстенсивный (уменьшающийся).

### **По полноте учета:**

- частный (от одного вида опасности);
- суммарный (несколько видов опасности).

### **По форме проявления:**

- прямой;
- косвенный;
- полный.

### **По сфере воздействия:**

- социальный;
- экономический;
- экологический.

# **Возможное деление рисков классификация по возможности их предотвращения:**

- устранимый;
- частично устранимый;
- неустрашимый.

**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.

## 2. История развития изучения рисков и картографирования.

### Первый этап развития теории риска

- Первые попытки осмысления понятия риск относятся к 13 веку, в первую очередь это происходит благодаря азартным играм, самая ранняя известная **попытка подсчитать число возможных исходов при бросании трех игральных костей**, включая перестановки, **встречается в поэме Ричарда де Форниваля (1200 – 1250)**
- Однако, лишь в **16 веке** впервые осмыслить **закономерности игры попытался Кардано**. В его трактате «Книга о случайных играх» были предприняты первые серьезные попытки разработать статистические принципы теории вероятности.

- **В 17 веке Блез Паскаль**, в сотрудничестве **Пьером де Ферма**, разработали теорию вероятности, которая дала новые возможности оценки величины риска. **Также Паскаль и Ферма предложили системный метод вычисления вероятности будущих событий.**
- **Джон Грант** предложил возможность использования выборки при принятии решений. В 1662 году в Лондоне он опубликовал книгу «Естественные и политические наблюдения, касающиеся свидетельств о смерти», в которой впервые были использованы выборочные и вероятностные методы, являющиеся основой управления риском.

Таким образом, к концу первого этапа развития научного знания о риске **человечество научилось определять величину риска с применением методов теории вероятности.**

# Второй период развития теории риска 1700 – 1900 гг.

- **В начале 18 века** Готфрид Вильгельм **Лейбниц** выдвинул идею, а **Якоб Бернулли** обосновал **закон больших чисел и основные процедуры статистики**. В работе «Закон больших чисел».

В 18 веке начинают формироваться основные принципы теории риска в предпринимательской деятельности, связанные с парадигмой экономического анализа классической политэкономии, в первую очередь, с работами **Смита**.

- В это время формулируется **классическая теория, связывающая понятия риска и предпринимательской прибыли**, которая принадлежит английскому философу и экономисту **Джону Стюарту Миллю (1806 - 1873)**.
- Дальнейшее развитие теории риска связано с исследованиями **Й. фон Тюнена** «Изолированное государство в его отношении к сельскому хозяйству и национальной экономике» **(1850 г.)**

# Третий период развития теории риска: 1900 — 1960 гг.

В этот период понятие «риск» стало привычным для общества и было признано в качестве неотъемлемой составляющей любой предпринимательской деятельности, осуществляемой в условиях неопределённости. **Риск рассматривали как результат воздействия антропогенных (искусственных) и природных (естественных) факторов**, что возможно при высоком уровне знаний человека об окружающем мире.

Появилась **необходимость системного подхода к управлению рисками**. Возникли **сложные системы оценки и прогнозирования**, позволяющие эффективно управлять рисками.

При этом для количественного измерения величины риска широко **применялся математический аппарат теории вероятности, использующий понятие «случайность»**.

- В первой четверти минувшего века английскими учеными **Альфредом Маршаллом (1842 – 1924 гг.)** и **Артуром Пигу (1877 – 1959 гг.)** была разработана так называемая «неоклассическая» теория предпринимательского риска.
- Значительный вклад в решение этих проблем внес английский экономист **Джон Мейнард Кейнс (1883-1946)**. Кейнс вводит понятие «издержек риска»
- Серьезный прогресс в понимании риска и неопределенности был достигнут в рамках **теории стратегических игр**. В 1953 г. **Нейман** вместе с экономистом из Германии **Оскар Моргенштерном** издали книгу «Теория игр и экономическое поведение». Теория игр открыла принципиально новый подход к пониманию сущности неопределенности

# Четвертый период развития теории риска: с 1960 г. по настоящее время.

- Американские психологи **Дэниел Канеман и Эймос Тверски** в 60-е годы 20 в. **исследовали поведение людей в условиях риска и неопределенности.** Они разработали теорию перспектив, в которой описали стереотипы поведения людей, не замечаемые ранее сторонниками теории рационального принятия решений.

В истории развития изучения природных рисков в России можно выделить определенные периоды

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

# История развития картографирования

- Самая древняя из сохранившихся карт найдена к северу от Вавилона и датируется **примерно 2200 годом до н.э.**
- Греческие ученые первыми доказали шарообразность Земли (**Аристотель, IV в. до н.э.**) и вычислили ее размеры (Эратосфен, III в. до н.э.). **Гиппарх, II в. до н.э.**, предложил строить карты по сети параллелей и меридианов, определяя широту и долготу пунктов в градусной мере.
- **Клавдий Птолемей** (I-II в. н.э.) создал 8 книг, в которых описал математические способы построения. Он сам **составил 90 карт.**
- **В IV в. н.э.** в Римской империи широко применялись **дорожные карты.**



- В эпоху **средневековья (V-XVII в.в.)** типичными картографическими произведениями являются так называемые **монастырские карты**, составляемые при монастырях и служившие иллюстрациями к религиозным сочинениям. На таких картах в центре помещался Иерусалим, на востоке – рай. **Шарообразность земли отвергалась.**
- **В конце XIII – начале XIV** в. благодаря развитию торговли и мореплавания появились **портоланы (морские) – карты**, служившие мореплавателям для ориентирования.
- В истории географической карты большую роль сыграло изобретение в XV в. книгопечатания.
- Один из первых **глобусов** был изобретен немецким **картографом М. Бежаймом в 1492 году.**
- Большой вклад в развитие картографии внес **Меркатор в XVI в.** Он занимался **изготовлением астрономических инструментов и глобусов, съемкой местности, составлением, гравированием и изданием карт.**

# Отечественная картография.

- Свою особую историю имеет русская картография. **Первая сводная карта Руси** была составлена еще в начале **XVI в.**
- **В 1701 году Петром I была открыта первая школа русских геодезистов.** В **1745** году выпущен «Атлас Российской». Он содержал 20 карт, в том числе генеральную карту всей России и карты ее частей.
- **В XIX в.** большое значение приобрели тематические карты. Были созданы климатические, почвенные, геологические, экономические и другие карты. Например, в развитии почвенного картографирования огромную роль сыграли работы **В.В. Докучаева.**

- К концу **XIX – началу XX** в. развитию картографии способствовал **технический прогресс**. Особенно большую роль в создании крупномасштабных карт сыграло применение аэрофотосъемки.
- В **1919 году** был подписан декрет об организации Высшего геодезического управления, переименованного в дальнейшем в **Главное управление геодезии и картографии**.
- **В 20-х годах в некоторых вузах впервые была открыта картографическая специальность** и был организован **Центральный научно-исследовательский институт геодезии и картографии**.
- Перед войной были выпущены новые стенные школьные карты, школьные атласы. **Во время Великой Отечественной войны основная задача советской картографии, в особенности военно-топографической службы, состояла в обеспечении Советских войск всеми необходимыми картами.**

В середине 50-х годов картографирование в масштабе 1:100 000 было закончено на всей территории страны. **Создавались комплексные атласы республик, краев и областей СССР.**

### **Перспективы развития картографии:**

- 1) совершенствование и создание новых картографических произведений;
- 2) развитие картографического метода исследования. Кроме того, благодаря развитию космической техники, перед картографией открываются новые возможности получения карт Луны и других планет Солнечной системы.

# 3. Экологическое картографирование.

**Задача экологических карт** – содействие решению проблем путем отражения на них оценки состояния природных и природно-техногенных систем в условиях различных техногенных нагрузок. **Экологические карты** помимо оценочных характеристик **отражают взаимодействие человека с окружающей природной средой**. Экологические карты – карты постоянно изменяемых во времени и пространстве характеристик.

Экологические карты включают **информацию об измененных компонентах природных и природно-техногенных систем**. При этом используемые показатели могут иметь площадную, линейную или точечную локализацию, а также быть непрерывными.

## **Карты можно делить:**

### **1. по содержанию**

частные

комплексные,

### **2. на группы по благоприятности природных условий**

для жизни населения,

производственной деятельности и

влияния антропогенных факторов на жизнедеятельность;

### **3. по практической специализации**

инвентаризационные,

оценочные

прогнозные карты.

# принципы типизации карт:

- **по характеру представления информации и уровню ее анализа** (инвентаризационные, оценочные, прогнозные, прогнознорекомендательные, сценарные);
- **по назначению и временной частоте** (базовые, оперативные, экспресс-карты);
- **по категориям пользования** (научнопоисковые 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:**

1. оценки природных условий и ресурсов для жизни и деятельности человека;
2. неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений;
3. антропогенных воздействий на природную среду и изменений среды;
4. устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям;
5. охраны природы и природоохранных мероприятий;
6. медико-географические и рекреационные;
7. комплексные экологические.



- **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.****

**Можно выделить**

1. Карты оценки геоэкологической опасности функционирования природно-техногенных систем два типа карт геоэкологических оценок:
2. Карты геоэкологической стабильности геосистем.

**Основным содержанием экологических карт должна быть острота и сущность экологических проблем в пределах конкретных территориальных единиц.**

# Можно выделить следующие этапы создания экологической карты.

1. Полевые изыскания или **обследование территории.**
2. Физико-географическое или инженерно-геологическое **районирование территории.**
3. **Сбор и обработка исходных данных** для последующих оценок природно-ресурсного потенциала геосистем.
4. **Установление природного и хозяйственного негативного воздействия** на компоненты природных и природно-техногенных систем на основании анализа геодинамической обстановки.
5. **Оценка современного природно-ресурсного потенциала** геосистем на основании природной дифференциации территории.
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.

*3. Экологическое картографирование.*

**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 природнотехногенных систем и человека в них, стабильность геосистем. Рассмотрев принципы и типологизацию работ по созданию экологических карт, важно отметить сущность процесса создания карт, отражающих экологические риски.**

# 4. Информационное обеспечение экологического картографирования.

**Источниками информации для составления экологических карт являются:**

- материалы дистанционного зондирования;
- картографические материалы, в т. ч. кадастровые планы и карты;
- данные гидрометеорологических наблюдений;
- результаты натурных наблюдений и измерений;
- материалы экологического и других видов мониторинга;
- результаты лабораторных анализов;
- опубликованные и фондовые материалы;
- геодезические данные;
- статистические данные.

**Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съёмки с летательных воздушных и космических аппаратов**

**Информационные возможности материалов** дистанционного зондирования (ДЗ) зависят от вида и высоты съёмки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т. п.

**Главными достоинствами** материалов дистанционного зондирования, является их **обзорность, одномоментность, высокая детальность, оперативность, повторяемость и возможность изучения труднодоступных территорий**. Благодаря этому данные дистанционного зондирования находят широкое применение в экологическом картографировании.

Для получения экологической информации наиболее часто используются аэрофотоснимки (АФС) они представляют собой материалы покадровой регистрации солнечного излучения, отражённого от земных объектов, на светочувствительную плёнку.

**В зависимости от используемой плёнки** аэрофотоснимки могут быть чёрно-белыми, спектрзональными, многозональными, цветными. **Масштабы** снимков варьируют **от 1:10000 до 1:200000** и имеют пространственное разрешение от 0,2 до 5,0 м.

Материалы, полученные с помощью аэрофотосъёмки, имеют максимальную по сравнению с другими видами дистанционного зондирования разрешающую способность, хорошую обзорность, высокий уровень оптической и геометрической генерализации изображения земной поверхности. **Недостатком** данного вида съёмки является **ограниченная спектральная чувствительность**, так как фотосъёмка производится лишь в видимой части спектра.

# ГИС в экологическом картографировании

**Первые карты**, основанные на ГИС-технологиях, начали появляться в **90-ых годах** 20го века. Тогда была начата значительная работа по преобразованию аналоговой информации общегеографических, топографических и тематических карт в цифровой вид. Параллельно разрабатывались и оригинальные компьютерные карты, **они создавались в геоинформационных центрах, а так же соответствующих профильных организациях и ведомствах.** Именно компьютерные тематические карты являются **сопровождением многих экологических исследований, программ и проектов.** В последнее десятилетие прогрессирующе быстро создаются геоинформационные системы экологического содержания, в большинстве своем имеющие практическую ориентацию, содержащие серии взаимосогласованных карт и многоплановые базы данных, **позволяющие в оперативном режиме проводить анализ экологической ситуации и способствующие принятию эффективных управляющих решений.**

В настоящий момент экологические ГИС представляют собой сложные информационные системы, включающую мощную операционную систему, интерфейс пользователя, системы ведения баз данных и отображения экологической информации. **Требования к экологической ГИС созвучны требованиям к идеальной ГИС:**

- 1) возможность обработки массивов покомпонентной гетерогенной пространственно-координированной информации;
- 2) способность поддерживать базы данных для широкого класса географических объектов;
- 3) возможность диалогового режима работы пользователя;
- 4) гибкая конфигурация системы, возможность быстрой настройки системы на решение разнообразных задач;
- 5) способность «воспринимать» и обрабатывать пространственные особенности геоэкологических ситуаций.



Использование ГИС-технологий в экологии подразумевает широкое применение различного вида моделей (в первую очередь имеющих экологическую направленность).

**Модельная часть ГИС развивается в двух направлениях:**

- 1) математические модели динамики процессов миграции вещества;
- 2) алгоритмы автоматизированного представления модельных результатов в виде тематических карт.

**В качестве примера моделей первой группы отметим модели поверхностного стока и смыва, инфильтрационного питания грунтовых вод, русловых процессов и т.д. Типичными представителями второй группы являются алгоритмы построения контуров, вычисления площадей и определения расстояний.**

**Экологические ГИС разрабатываются** как на административно-территориальные единицы (регионы, крупные промышленные центры, административные районы), так и на локальные объекты, часто потенциально относящиеся к объектам экологического неблагополучия (горнодобывающие и нефтегазодобывающие предприятия). Развитые ГИС включают в автоматизированные картографические системы, базы картографических данных, аналитико-моделирующие блоки.

**Основные особенности** геоинформационного картографирования - **автоматизация, системность, целенаправленность, оперативность и многовариантность**. Геоинформационное картографирование - это, прежде всего, системное, серийное создание и использование карт, ориентированное на конкретные задачи управленческого характера.

На современном этапе развития геоинформационные экологические карты представляют собой **системы**, которые могут **использоваться** как для **изготовления печатных атласов**, так и для **создания ГИС**, нацеленных на **наблюдение за экологической обстановкой** и **своевременном предупреждении экологических проблем**.

Создание геоинформационной экологической карты проходит в **несколько этапов**:



Спектр экологических программ  
**ArcFM, ArcInfo, ArcView (ESRI, Inc.),**

**MapInfo Professional (MapInfo Corp.), MicroStation (Bentley Systems, Inc.)**

# 5. Типы картографирования экологических рисков.

**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 природных 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

**Эти группы 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 инженерногеологическое 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.**

*5. Типы картографирования экологических рисков.*

## 6. Роль экологических карт в природоохранной деятельности.

**Знание карт вооружает эколога знанием территориального и пространственно-временного распределения экологических явлений, позволяет сопоставлять экологическую информацию с факторами воздействия на природную среду.**

Лишь небольшое количество экологических задач прямо не имеет связи с картографированием, например экологический анализ нульмерного пространства – точки (участка, в пределах которого нет пространственных различий). Однако и в этом случае пространственные задачи в неявном виде присутствуют – анализ точки не может быть полным без ее соотнесения с соседними или даже значительно удаленными участками, поскольку формирование экологических условий совершается при пространственном взаимодействии

# **Общие проблемы получения информации**

**Карты экологического содержания могут составляться несколькими путями, что связано с типами карт (учебными, справочными, научными и т.д.), задачами, поставленными заказчиками и с имеющимися у составителя исходными материалами.**

**Выделим основные типовые ситуации.**



**1. У составителя нет сколько-нибудь значительной исходной информации о рассматриваемой территории.** Ему необходимо произвести собственные полевые исследования, анализ тематических географических (и иных) карт и космической информации, а затем произвести картографирование по точкам (или маршрутам) наблюдений.

**2. Составитель имеет широкий набор тематических карт, в том числе карт содержания различных загрязняющих веществ.** В этом случае основная тяжесть работы смещается на анализ соотношения территориальных характеристик с критериями, оценками субъектов.

**3. В основу исследования кладется космическая информация.** В этом случае главная задача работы заключается в дешифрировании космических снимков и их генерализации, снятии деталей, шумов.

Большие проблемы возникают в процессе получения и обработки информации.

**Наибольшая информация собирается следующими организациями:**

- Министерство экологии и природных ресурсов;
- гидрометслужба;
- организации геологического профиля;
- санитарно-эпидемиологическая служба;
- Министерство сельского хозяйства;
- Государственный комитет по лесному хозяйству;
- Министерство здравоохранения;
- городское коммунальное хозяйство;
- научные учреждения;
- коммерческие организации.

**В каждой из этих служб и организаций сложилась система сбора информации, ориентированная на ведомственные нужды. Впоследствии (в 70-90-е годы XX века) к сложившимся процедурам и подходам были добавлены весьма разнородные, часто случайные виды наблюдений. Наблюдения не охватывают всей совокупности характеристик окружающей среды. **Что делает интеграцию их данных очень трудной?****

Следует учесть несравнимость показателей, собираемых в разных источниках. **Необходимо различать первичные данные и данные, полученные в результате обработки первичных данных.** Необходимо использовать комплексный подход, взаимопроверку и сопоставление данных.

# Заключение

- Для человека, на современном этапе развития общества жизненно необходимо держать в постоянном контроле окружающую среду, особенно, в экологически-неблагополучных районах. Мониторинг, составление динамик развития загрязнений, наблюдение за изменением площадей загрязнения, всё это выполняется при помощи экологического картографирования.
- **В ходе лекции** были рассмотрены понятие «экологическое картографирование»; рассмотрены различные методики картографирования состояния окружающей среды; кратко представлено программное обеспечение, используемое для экологического картографирования; выявлены области применения экологического картографирования; предположены пути и перспективы развития этой отрасли с применением ГИС.
- Экологическое картографирование, а особенно в интеграции с ГИС технологиями, это обширнейшая и перспективнейшая область, имеющая широкую область применения.