

В. Н. ПРЯХИН
М. А. КАРАПЕТЯН

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Москва
ООО «УМЦ «Триада»
2025

УДК 631.44:681.3(075.8)
ББК 004.89:681.31(075.8)+26.191
П 85

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры технического
сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени
К. А. Тимирязева **В. А. Евграфов**

доктор технических наук, профессор кафедры информаци-
онных технологий Государственного университета «Дубна»
А. С. Минзов

Пряхин В. Н., Карапетян М. А.

П 85 Геоинформационные системы: учебное пособие / В. Н. Пряхин, М. А. Карапетян / Государственный университет «Дубна»; ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2025. – 95 с.

ISBN 978-5-9546-0125-1

В учебном пособии освещены вопросы геоэкологии, состав и структура ГИС, обеспечения информационной безопасности инфраструктуры геосистем, защиты информации в автоматизированных информационных системах. Рассмотрены пути и возможности применения ГИС-технологий в народном хозяйстве, с обеспечением необходимой экологической оптимизации технологических процессов промышленного и сельскохозяйственного производства.

Пособие предназначено для студентов вузов, преподавателей и специалистов, интересующихся совершенствованием ГИС-технологий в области природопользования и природообустройства.

УДК 631.44:681.3(075.8)
ББК 004.89:681.31(075.8)+26.191

ISBN 978-5-9546-0125-1

© Пряхин В. Н.,
Карапетян М. А., 2025
© ООО «УМЦ «Триада», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ТЕМА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА	7
1.1. Геоэкосистемы	9
1.2. Природно-антропогенные системы.....	11
1.3. Геоэкологический риск	14
1.4. Народнохозяйственное значение	16
геоэкологии.....	16
ТЕМА 2. ПОНЯТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	19
И ОСОБЕННОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	19
2.1. Введение в геоинформационные системы.....	20
2.2. Информационные и геоинформационные	22
системы. Понятие информационной системы.....	22
2.3. Классификация информационных систем	28
2.4. Состав и структура ГИС	30
2.4.1 Состав ГИС.....	30
2.4.2. Структура ГИС	31
2.5. Модели данных в ГИС.....	33
2.6. Анализ информации в ГИС.....	36
2.7. Примеры использования ГИС	38
ТЕМА 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ	42
БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГИС	42
3.1. Основные понятия теории	44
информационной безопасности.....	44
3.1.1. Теория информационной безопасности.....	44
3.1.2. Терминология ИБ	45
3.1.3. Принципы информационной безопасности	47
3.1.4. Информационная безопасность	48
как составляющая национальной безопасности.....	48
3.2. Информация как объект защиты.....	49
3.2.1. Понятие об информационной системе.....	49
3.2.2. Ценностные свойства информации.....	52
3.2.3. Информационные ресурсы	53
3.2.4. Правовой режим информационных ресурсов.....	54
3.3. Защита информации	56
в автоматизированных информационных системах.....	56
3.3.1. Задачи по защите информации.....	56
3.3.2. Планирование и реализация систем защиты.....	58

3.4. Методы защиты информации.....	59
3.4.1. Организационные методы	60
3.4.2. Аппаратно-программные методы	62
3.4.3. DLP-системы	63
ТЕМА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	65
4.1. Геоинформационные системы	66
в экологии и природопользовании.....	66
4.1.1. ГИС в экологии	67
4.1.2. ГИС в природопользовании.....	69
4.2. Проект МЭМОС.....	72
4.2.1. Особенности МЭМОС.....	75
4.2.2. План мероприятий по реализации МЭМОС	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	84
ПРИЛОЖЕНИЯ	86

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное развитие и углубление НТР характеризуется в наше время ростом численности населения в мире, увеличением объемов использования природных ресурсов, внедрением новейших технологий и ростом производства в промышленности и сельском хозяйстве. Поэтому возникает широкий круг задач, которые рассматривает геоэкология – наука о пространственно-временных закономерностях взаимодействия различных сообществ с окружающей средой, а также о географических закономерностях воздействия антропогенного фактора на геоэкосистемы [9].

При этом современный кризис цивилизации характеризуется напряженным термодинамическим (тепловым) состоянием биосферы и снижением надежности природно-социально-производственных систем. Это связано с увеличением производства энергии в нижней части тропосферы и нарушением природного экологического равновесия.

К особенностям современного экологического кризиса относятся:

- резкий рост объемов добычи и потребления естественных ресурсов, вовлекаемых в материальное производство;
- усиление антропогенного влияния на природные системы;
- ухудшение состояния окружающей природной среды;
- влияние измененной неблагоприятной природной среды на самочувствие и здоровье человека.

В связи с этим необходимо совершенствование геоинформационной интегрированной системы безопасности. Она предназначена для использования на объектах в пределах земного шара и обеспечивает эффективную комплексную защиту за счет интеграции разрозненных систем безопасности.

Централизованный статистический анализ по большому числу объектов позволяет с большой достоверностью прогнозировать аварии, принимать правильные и точные решения по устранению тревоги и выявлять предпосылки возникновения чрезвычайной ситуации.

При этом с ростом объемов информации получает самостоятельность задача эффективного хранения и поиска информации, а с растущей интеграцией компьютеров и расширением спектра их применения решается проблема эффективной передачи информации между компьютерами.

Значительную помощь в решении задач хранения, обработки и представления информации с географической привязкой могут сыграть компьютерные технологии и, в первую очередь, геоинформационные системы.

Поэтому подготовка специалиста XXI века немыслима без овладения навыками создания и использования ГИС и ГИС-технологий, которые со временем должны проникнуть во все сферы нашей жизни.

ТЕМА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА

Геологическая среда – генетически единые оболочки Земли: недра (литосфера), гидросфера, атмосфера.

Геосферы Земли – твердая (верхняя часть ее – литосфера), жидкая (гидросфера) и воздушная (атмосфера) – суть генетически единые геологические образования. Возникнув из общего исходного космического вещества, они обособились в процессе длительной геологической эволюции планеты, но продолжают взаимодействовать друг с другом. Природные геологические процессы и антропогенная деятельность воздействуют как на отдельные геосферы (недра, гидросферу и атмосферу), так и на всю планету в целом.

Геологическая среда – это часть литосферы в зоне инженерно-хозяйственной деятельности, объективно существующая открытая дискретная динамическая многокомпонентная природная система, включающая горные породы и их массивы (пачки, толщи, многопородные структуры монолитных, пористых, трещиноватых, рыхлых, связных и прочих минеральных веществ), почвы, рельеф, подземные воды, газы и биоту.

Мощность геологической среды (ГС) определяется глубиной производственной деятельности, осуществляемой человеком. Верхней ее границей являются ландшафты, рельеф, водоемы, почвы и пр.; нижняя граница ее определяется, с одной стороны, уровнем развития цивилизации и технического прогресса, с другой – потребностями реализа-

ции проектов подземного строительства, добычи полезных ископаемых, специальных видов строительства и пр.

Причинами ухудшения параметров ГС при техногенезе являются:

- игнорирование результатов прогнозов изменения природных условий;
- неприятие своевременных мер по предупреждению и борьбе с негативными изменениями ОС, проявлениями опасных геологических процессов и недостаточная научно-методическая база обоснования принятия соответствующих управленческих решений;
- недостаточное внимание к комплексной оценке трансформаций ГС при инженерных изысканиях, слабое развитие и разнообразие отдельных систем мониторинга на всех уровнях и т. д.

Под воздействием факторов атмосферы, поверхностной и подземной гидросфер, биоты, космического пространства, внутренних сфер Земли и техногенеза в пределах ГС изменяются вещества, структуры, естественные геофизические поля и геохимические реакции, расчлененность рельефа, устойчивость грунтов и геологических массивов, что сопровождается развитием соответствующих природных и техноприродных экзогенных геологических процессов и явлений. Последние при техногенезе существенно активизируются, и поэтому проблема минимизации их негативных воздействий на ГС в целом не менее масштабна, чем, к примеру, освоение космоса или глубинных зон нашей планеты.

Рациональное использование ГС – важнейшая часть экономического потенциала природопользования и ресурсосбережения регламентируется взаимодействием в условной бинарной системе «естественные ресурсы – материальный баланс» как составной элемент производительных сил общества. Действенный механизм оптимизации техногенных трансформаций и обеспечения безопасности

ГС – процедура риск-анализа (оценка природного геологического риска), включающая:

- оценки и прогнозы опасностей, связанных с развитием техногенных геологических процессов;
- определение возможных ущербов от активизации этих процессов и уязвимости объектов в зоне возможного поражения тем или иным процессом или их парагинетической ассоциацией;
- разработку мероприятий по урегулированию рисками и, соответственно, обеспечению безопасности населения и объектов экономики при разных вариантах реализации защитных мероприятий.

1.1. Геоэкосистемы

Геоэкосистема – генетически единый пространственно ограниченный компонент геологической среды, рассматриваемый как геоэкологический объект, подвергающийся воздействию природных геоэкологических процессов и антропогенной деятельности.

Естественными компонентами геологической среды являются континенты и океаны, горные массивы и вулканы, реки, водоемы и подземные воды, горные породы и минералы. На них порознь или совместно воздействуют естественные геологические процессы и антропогенная (техногенная) деятельность [11]. В рамках геоэкологии их целесообразно выделить в качестве **геосистемы** различных иерархических уровней.

Геоэкология – синтетическая наука, изучающая воздействие на геологическую среду природных геологических процессов и антропогенной (техногенной) деятельности.

Из-за быстрого роста численности населения Земли и использования человечеством огромного количества технических средств в XX веке многократно возросла антропогенно-техногенная нагрузка на все компоненты геологиче-

ской среды – естественной среды обитания человека. Резко усилился процесс ее загрязнения. Это послужило причиной усиленного внимания к экологическим и природоохранным проблемам.

Экология, по классическому определению, данному в 1866 году Э. Геккелем, – наука о взаимоотношениях организмов между собой и со средой их обитания. В настоящее время этот термин получил более широкое и не очень определенное толкование. Появились производные от него термины: «экология животных», «экология растений», «экология человека», «агроэкология», «геоэкология» и др.

Геоэкология – это наука о природной системе «геологическая среда – человек». Термин «геоэкология» состоит из трех греческих слов: «ге» – земля, «ойкос» – жилище, дом, «логос» – учение. Следовательно, **геоэкология** – учение о Земле как среде обитания (доме) человека.

Состояние среды обитания человека (геологической среды) зависит как от природных геологических процессов, так и от хозяйственной деятельности человека.

В этом заключается **предмет** геоэкологии. Ее **объектом** являются, с одной стороны, естественная геологическая среда и, с другой стороны, природноантропогенные (техногенные) системы.

Рассмотрим взаимодействие атмосферы с литосферой и гидросферой.

Атмосфера, образовавшаяся из выделенных недрами газов, ныне тесно связана обменными процессами с литосферой и гидросферой. Вулканы поставляют в атмосферу новые порции земных газов и загрязняют ее пеплами и более твердыми продуктами извержений. С потоком раскаленных вулканических газов в атмосферу поступают соединения серы, хлора, фтора и других элементов. Они поднимаются на высоту до 70 км и губельны для озонового слоя.

В 1995 году японские исследователи из Хоккайдского университета обнаружили на российском арктическом по-

бережье и в устье р. Лены активную эрозию грунта и таяние эндомы – мощных ледяных образований, заполняющих трещины в мерзлоте. При этом в атмосферу выделялся метан, прежде скованный льдом. Образуется своего рода замкнутый цикл: выброс метана ведет к «парниковому эффекту» и потеплению атмосферы. В результате активизируется таяние вековых льдов и мерзлоты и, как следствие, увеличивается поступление метана в атмосферу.

Одним из факторов взаимодействия атмосферы и поверхностных слоев Тихого океана является феномен циклического природного явления «ЭльНиньо». Первоначально так было названо теплое течение, возникающее ежегодно после Рождества вдоль северо-западного побережья Южной Америки в районе Перу. Последствием проявления «ЭльНиньо» могут быть крупные геологические катастрофы – климатические аномалии, разрушительные наводнения, ураганы, землетрясения, оползни и др. По оценкам экспертов, в 1997–1998 годах феномен «ЭльНиньо» нанес мировой экономике ущерб, оцениваемый примерно в 50 млрд долл.

Атмосфера обменивается своим веществом и с космосом, в который из атмосферы каждую секунду улетает примерно 1 кг водорода.

1.2. Природно-антропогенные системы

Природно-антропогенная система – совокупность пространственно ограниченных, связанных материальным и функциональным единством природных (геологической среды) и искусственных (антропогенных) объектов.

Человек в процессе своей хозяйственной деятельности вносит существенные изменения в окружающий его естественный материальный мир. Он создает непосредственно связанные с природной геологической средой различные искусственные сооружения – бытовые, культовые,

промышленные, ирригационные, сельскохозяйственные, оборонительные и др. Их можно назвать **природно-антропогенными системами**.

Составными компонентами таких систем являются природная геологическая среда и искусственный антропогенный (техногенный) объект с населяющими или обслуживающими его людьми (рисунок 1).

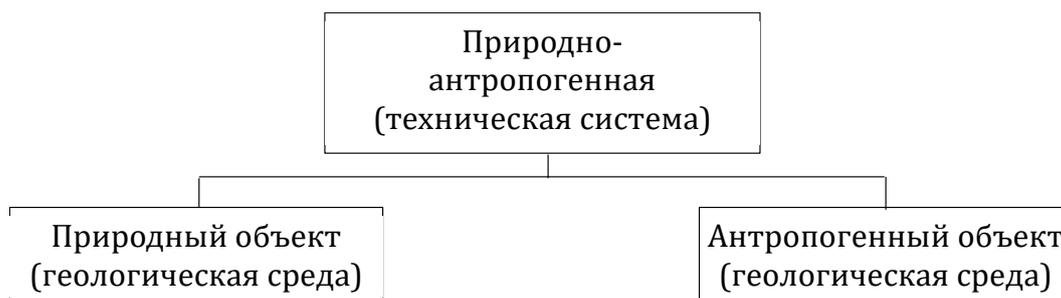


Рисунок 1 – Структура природно-антропогенной системы

Простейшие природно-антропогенные системы – это, например, стоянка первобытных людей, палаточный лагерь туристов, детская площадка и т. п. Частный случай природно-антропогенной – это **природно-техногенная система**. В ней антропогенный объект представлен сложным техническим сооружением. Это может быть горнодобывающий комбинат, нефтяной (газовый) промысел, электростанция, завод, нефтепровод, водоочистные сооружения, аэропорт, морской порт, жилой микрорайон, жилой дом и т. д.

По степени и характеру действия на организм человека все факторы риска условно делят на:

- **вредные** (факторы, в определенных условиях становящиеся причиной заболеваний или снижения работоспособности);
- **опасные** (факторы, в определенных условиях приводящие к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья).

Эти факторы могут быть **естественного** (или при-

родного) и **антропогенного** характера, т. е. создаваемые человеком (физическими, химическими, биологическими), и **психологическими**.

Основное условие существования природно-антропогенной (техногенной) системы – взаимосвязь и взаимовлияние двух ее компонентов. Состояние антропогенного компонента системы зависит от природных процессов, протекающих в геологической среде.

В свою очередь, геологическая среда испытывает воздействие антропогенного (техногенного) компонента. В частности, состояние всей природно-антропогенной системы существенно зависит от профессионализма использующих и обслуживающих ее людей.

Таким образом, современная среда обитания человека представлена совокупностью геоэкосистемы и природно-антропогенных (техногенных) систем. Территория, на которую воздействует природно-антропогенная система, может совпадать с границами геосистем, быть частью последних или охватывать части смежных геосистем.

По масштабу природно-антропогенные системы можно подразделить на:

- глобальную;
- межрегиональные;
- региональные;
- локальные.

Глобальная природно-антропогенная система – весь земной шар со всеми созданными в нем антропогенными сооружениями.

Межрегиональные системы – это, например, океаны, моря с бороздящими их воды судами, морскими нефтепромыслами, нефтепроводами и т. д.

Региональная природно-антропогенная система – например, бассейн реки Волги со всей совокупностью технических и сельскохозяйственных сооружений по ее берегам и др.

В границах природно-антропогенных систем могут быть выделены **геоэкологические зоны**, дифференцирующие территорию по состоянию геологической среды, устойчивости и загрязнению (например, подземных вод) и уровню техногенного загрязнения территории.

Объектом геоэкологии являются, с одной стороны, естественная геологическая среда и, с другой стороны, природно-антропогенные (техногенные) системы.

1.3. Геоэкологический риск

В широком смысле факторы риска могут быть **естественного** и **антропогенного** характера.

При этом к **физическим факторам** относятся:

- естественные (все климатические показатели) – температура воздуха, влажность, скорость движения ветра, атмосферное давление, солнечная радиация;
- антропогенные – запыленность воздуха рабочей зоны; вибрации; акустические колебания; электромагнитные поля и излучения; ультрафиолетовая радиация; лазерное излучение; электрический ток; оружие массового поражения и др.

Химические факторы:

- естественные – химические вещества, поступающие в организм человека с воздухом, водой, пищей. К ним относятся аминокислоты, витамины, белки, жиры, углеводы, микроэлементы;
- антропогенные – загазованность рабочей зоны; запыленность рабочей зоны; попадание ядов в желудочно-кишечный тракт с различных предприятий и транспорта или после поражения химическим оружием.

Биологические факторы:

- естественные – микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки);
- антропогенные – биологические средства защиты рас-

тений, выбросы предприятий пищевой промышленности, ферм, предприятий по производству белков, сывороток, вакцин, смазочно-охлаждающие жидкости, биологическое оружие.

Психофизические факторы: по характеру их действия на организм человека их делят на физические перегрузки и нервно-психологические перегрузки.

Рассмотрим понятие «геоэкологический риск».

Геоэкологический риск – вероятность опасных для природноантропогенных систем последствий, обусловленных природными геологическими и техногенными процессами и явлениями.

Поскольку состояние геологической среды зависит от активности недр, гидросферы и атмосферы, при проектировании природно-антропогенных систем необходимо учитывать потенциальный экологический риск.

При этом следует различать геологический риск, связанный с природными факторами (землетрясения, разломы, оползни, карст, наводнения и т. п.) и с антропогенными факторами (неустойчивые техногенные системы, несовершенство технологий и техники, непрофессионализм и халатность людей).

Например, мировой опыт эксплуатации атомных электростанций (АЭС) подтверждает существование **геологического риска**. Он усиливается по той причине, что не учитываются природные факторы. Так, в 1979 году вблизи Волгодонска было начато сооружение Ростовской АЭС. Однако не было принято во внимание, что ее площадка расположена в высоко сейсмоактивной зоне пересечения двух разломов земной коры.

Не учитывать потенциальную опасность внешних и внутренних геологических процессов, воздействующих на геоэкологические системы литосферы – значит априори подвергать **геоэкологическому риску** природноантропогенные системы.

Геологические процессы, воздействовавшие на литосферу в прошлые эпохи, могут проявиться в настоящее время и в будущем.

Литосфера (греч. «литое» – камень, «сфера» – шар) – твердая оболочка Земли, необратимо преобразующаяся под воздействием внешних и внутренних геологических процессов.

Структура, состав и поверхностный рельеф литосферы постоянно изменяются под воздействием природных геологических процессов. Земная кора в результате длительного необратимого развития Земли приобрела современный сложный химический состав и разнородную тектоническую структуру.

Обобщая вышесказанное, можно вывести следующий **принцип геоэкологии.**

Знание истории развития геоэкосистем и последствий проявления возбужденных геологических процессов позволяет правильно оценивать геологический риск для проектируемых и действующих природноантропогенных систем.

1.4. Народнохозяйственное значение геоэкологии

Народнохозяйственное значение геоэкологии заключается в создании базы научных знаний, позволяющих:

- решать в комплексе с другими науками важные для народного хозяйства и общества в целом экологические проблемы;
- оценивать геоэкологическую ситуацию и потенциальный риск при проектировании природно-антропогенных систем;
- прогнозировать последствия воздействия природных процессов на геологическую среду и природно-техногенные системы;
- сводить до минимума воздействие антропогенной деятельности на геологическую среду;
- смягчать последствия стихийных бедствий и катастроф;
- разрабатывать мероприятия по ликвидации последствий геоэкологических катастроф;

- подготавливать экологов и специалистов по ликвидации последствий чрезвычайных природно-техногенных ситуаций;
- совершенствовать экологическое образование населения.

Геоэкология является синтезом естественных и природоохранных знаний, имеющих большое значение для всего человечества. В XX веке негативное воздействие человека на природную среду приобрело глобальный характер и стало реально угрожать здоровью и самому существованию человека на планете. Поэтому в последние годы геоэкологические исследования и прогнозы получили широкое распространение во всем мире.

При этом геоэкология позволяет оценить и предсказать возможные последствия воздействия природных процессов на геологическую среду и природно-техногенные системы. Знание естественных и техногенных факторов, определяющих ход природных и возбужденных геологических процессов на поверхности и в недрах Земли, позволяет прогнозировать и смягчать последствия природных стихийных бедствий и сводить до минимума опасное воздействие антропогенной деятельности на геологическую среду.

Таким образом, геоэкология в своем развитии опирается на различные естественные и прикладные науки, такие, как геология, физическая география, геоморфология, гидрогеология, метеорология, почвоведение, сейсмология, геофизика, геохимия, инженерная геология, горное дело, разведка и разработка полезных ископаемых, экономика минерального сырья и многие другие.

Они вместе с геоэкологией позволяют комплексно решать экологические проблемы, важные для народного хозяйства и общества в целом.

Следует отметить, что в процессе антропогенной деятельности происходит изъятие из оборота ценных природных земель. Большие площади плодородных земель

изымаются при добыче полезных ископаемых.

Под горно-обогатительный комбинат средней мощности отводится 5...7 тыс. га. Освоение крупнейших газовых месторождений на севере Западной Сибири привело к сокращению здесь площади оленьих пастбищ примерно на треть.

Огромные потери земель при освоении природных ресурсов. Так, при сооружении в Сибири крупнейшего в мире Братского водохранилища на р. Ангаре были затоплены самые плодородные пашни с высоким содержанием гумуса в почве. Под воду ушли и миллионы кубометров древесины.

При этом первостепенной проблемой является антропогенное воздействие на гидросферу.

Проблема чистой воды – важнейшая глобальная проблема современности. В России более 70 % поверхностных вод потеряли питьевое качество, опасно загрязнены около 30 % всех подземных вод.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 80 % всех заболеваний – результат употребления экологически грязной воды; ежегодно от передающихся через воду болезней на Земле умирает около 5 млн чел. Антропогенная деятельность стала важным фактором изменения водного баланса и загрязнения гидросферы.

В результате интенсивного хозяйственного водопользования загрязнению подвержены практически все водоемы и реки планеты. ООН провозгласила 1980-е годы десятилетием безопасной питьевой воды и санитарии.

Кроме того, антропогенное воздействие на гидросферу отличается большим разнообразием:

- химическое, радиационное и тепловое загрязнение поверхностных и подземных вод;
- геолого-геоморфологические изменения берегов рек, озер, морей;
- заиление рек и водоемов;
- и др.

ТЕМА 2. ПОНЯТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сбор, обобщение, систематизация и обработка данных об окружающем мире – основные задачи современной науки. Но результаты обработки имеют ценность только в том случае, если они должным образом представлены. Представление обеспечивает эффективное восприятие информации человеком или передачу ее на исполнительные органы в автоматизированных системах управления.

С ростом объемов информации получает самостоятельность задача эффективного хранения и поиска информации, а с растущей интеграцией компьютеров и расширением спектра их применения – задача эффективной передачи информации между компьютерами. Данные, накапливаемые человечеством о реальных объектах, как правило, содержат «пространственную» составляющую.

Даже о жителе любого государства Планеты можно говорить как о пространственно-привязанном объекте, так как он имеет прописку, которая и осуществляет его «привязку» к определенному адресу, который, в свою очередь, связан с жилым домом, и имеющим точное положение на территории города.

«Пространственный адрес» имеют здания и сооружения, земельные участки, водные, лесные и другие природные ресурсы, транспортные магистрали и инженерные коммуникации. Аварии на коммуникациях связаны с определенной точкой в пространстве. Движущийся или поко-

ящийся на дороге автомобиль, движущийся поезд, летящий самолет и плывущий пароход, перемежаемая деталь на территории заводского цеха имеют координаты на земной поверхности.

Значительную помощь в решении задач хранения обработки и представления информации с географической привязкой могут сыграть компьютерные технологии и, в первую очередь, ГИС. Поэтому подготовка специалиста XXI века немыслима без овладения навыками создания и использования ГИС и ГИС-технологий, которые со временем должны проникнуть во все сферы нашей жизни.

ГИС состоит из 5 ключевых составляющих:

- аппаратных средств;
- программного обеспечения;
- данных;
- исполнителей;
- методов.

Успешность и эффективность (в т. ч. экономическая) применения ГИС во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации.

2.1. Введение в геоинформационные системы

В современную эпоху глобальной мобильности и информатизации качество практически любой решаемой пространственной задачи зависит от верной интерпретации огромного массива связанных с ней данных.

В данной ситуации возможность визуализации способствует более эффективному восприятию результата, и это обуславливает необходимость использования картографической информации. Возможности традиционных карт достаточно широки, с их помощью решаются морфометрические, аналитические, прогнозные и иные задачи. Однако

в процессе работы, особенно с комплексом карт, возникают затруднения в умении читать, ориентироваться и анализировать содержащуюся в них информацию.

При этом следует отметить, что развитие компьютерных технологий с середины XX века обусловило развитие многоцелевых графических редакторов, позволяющих успешно создавать карты. Совершенствовались средства моделирования, системного и математико-картографического анализа геоизображений, появились оригинальные теоретические концепции и фундаментальные обобщения.

Однако, несмотря на перспективность многих разработок, возникли сложности в сопоставлении информации, совмещении форматов, масштабов и проекций представляемых данных.

Поэтому перед географами и информатиками встала задача разработки системы автоматизированного создания карт. Возникла идея формирования картографических баз данных и разработки управляющего ими программного обеспечения, которое позволяло бы осуществлять поиск, анализ, сопоставление данных о картографических объектах, независимо от их происхождения.

Результатом стало создание географических информационных систем (ГИС), до сих пор остающихся единственно приемлемой технологической базой, способной оперативно и квалифицированно обеспечивать процесс создания традиционно наглядных и насыщено информативных географических карт и в это же время рассчитывать нужные параметры на компьютере.

Полученные геоизображения стали более совершенными, поскольку ГИС позволила хранить целые наборы цифровой информации, сопряженной с дополнительными сведениями о картографируемых данных, их происхождении и форматах представления.

Таким образом, новый информационно-картографический инструмент способствовал расширению и углублению географических знаний.

ГИС возникли на стыке технологий управления базами данных и систем автоматизированного проектирования и машинной графики (САПР). Использование в ГИС единого координатного пространства и возможность решения пространственных задач обусловили переход от обработки географической информации в обычных графических редакторах (Photoshop, Corel Draw, Illustratitor и др.). К использованию специализированных программ (Arc Info, Map Info и др.).

Однако только расширение спектра вовлечения ГИС в научно-производственную деятельность способствовало появлению на рынке относительно дешевых и адаптированных для широкого круга пользователей программных средств.

Информационные технологии, в том числе и ГИС, следует отнести к одному из наиболее бурного развивающихся направлений, что позволяет рассматривать ГИС с различных позиций: технической, методологической, ресурсной, производственной и т. д.

Поэтому ГИС могут быть рассмотрены как система картографирования, комплекс технических средств, позволяющих реализовывать различные по сложности проекты, а также индустрия, обеспечивающая аппаратно- программными средствами практически все сферы производства, будь то обеспечение экологической безопасности, разработка техногенных комплексов или административные задачи.

Таким образом, пользователь ГИС, используя мощный картографический пакет, может для каждой решаемой задачи разрабатывать модели, позволяющие достичь эффективного результата.

2.2. Информационные и геоинформационные системы. Понятие информационной системы

Любая информационная система создается для управления конкретным объектом (предприятием, станком, человеком и др.). В соответствии с общей теорией управления,

процесс управления можно представить как взаимодействие двух систем: **объекта управления и системы управления.**

Система управления функционирует на базе информации о состоянии объекта, его входов и выходов в соответствии с поставленной целью (например, максимум продукции при минимуме затрат). Управление заключается в выявлении расхождения желаемых характеристик функционирования объекта и реальных показателей и через органы управления формирование такого воздействия на объект, которое это расхождение устремит к минимуму.

Управляющее воздействие осуществляется с учетом обратной связи, т. е. текущей информации об объекте и характеристик внешней среды. Внедрение информационной системы производится с целью повышения эффективности деятельности объекта за счет принципиально новых методов управления.

Информационная система представляет собой коммуникационную систему по сбору, передаче, переработке информации об объекте, снабжающую операторов необходимыми знаниями для реализации функций управления объектом.

Все методы, техники, приемы, средства, системы, теории, направления и т. д., которые нацелены на сбор, переработку и использование информации, называются **информационными технологиями.**

При этом описание любой системы (включая информационную систему) должно включать следующие компоненты:

- описание структуры: множества элементов системы и взаимосвязей между ними;
- описание функций, реализуемых каждым элементом системы;
- описание входов и выходов каждого элемента системы и системы в целом;
- перечень целей и ограничений системы и ее отдельных элементов.

Структура и состав информационной системы (ИС) для управления объектом управления может выглядеть, например, как на рисунке 2.



Рисунок 2 – Декомпозиция информационной системы

Рассмотрим некоторые элементы этой информационной системы и определим их функции.

Функциональные компоненты ИС

Они включают в себя набор функций управления объектом, т. е. полный комплекс взаимосвязанных во времени и пространстве работ по управлению, необходимых для достижения поставленных перед оператором целей.

Выбор необходимых для достижения цели работ осуществляется в каждом конкретном случае с учетом четырех основных фаз управления:

- планирования;
- учета;
- контроля и анализа;
- регулирования (исполнения).

Системы обработки данных. Компоненты системы обработки данных (СОД) используются для информационного обслуживания операторов, принимающих управленческие решения.

СОД могут работать в трех режимах: в пакетном, интерактивном и в режиме реального времени.

Организационные компоненты ИС – это совокупность методов и средств, позволяющих усовершенствовать структуру и функции системы, определить рациональное штатное расписание, численный состав подразделений, разработать должностные инструкции для каждого работника.

Главная задача этой компоненты – выявление соответствия организационной структуры и функций управления объектом для достижения запланированной цели.

Определение геоинформационной системы

В отечественной и зарубежной литературе можно найти много определений ГИС, но не все определения можно считать коренными.

Прежде чем привести принятые сегодня определения ГИС, необходимо рассмотреть некоторые понятия, лежащие в основе геоинформационных систем.

Базовым понятием является **геосистема**.

Другим определением геосистемы является **природно-территориальный комплекс**.

Научная дисциплина, изучающая геосистемы, называется **геоинформатикой**.

Геоинформатика – наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию **географических информационных систем**, по разработке **геоинформационных технологий**, по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или геонаучных целей.

Геоинформатика изучает природные и социально-экономические геосистемы посредством компьютерного

моделирования на основе баз данных и баз знаний, современной техники хранения, сбора преобразования пространственных данных.

Одним из научных направлений дисциплины «Геоинформатика» являются **географические информационные системы и технологии** (ГИС и ГИС-технологии). Приставка «гео» здесь означает использование географического, т. е. пространственного принципа организации информации ГИС – это системы, способные реализовать сбор, систематизацию, обработку, оценку, хранение, отражение пространственных и связанных с ними описательных данных.

Геоинформационное картографирование – это также один из разделов геоинформатики, изучающий автоматизированное картографирование на основе географических информационных систем.

Наиболее полным и правильным определением ГИС является следующее.

ГИС – это автоматизированная информационная система, предназначенная для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация.

ГИС – это компьютерно-реализуемая мультисеть, организованная на основе информационно связанных автоматизированной информационной, информационно-моделирующей и экспертной систем.

Если обойтись без определений, а ограничиться описанием, то **ГИС-технология** объединяет традиционные операции при работе с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые представляет карта.

Эти особенности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности их применения в широком спектре задач, связанных с анализом

и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также и их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

ГИС – это инструментарий, с помощью которого можно решать такие задачи, для которых до этого не существовало готовых законченных решений.

Работа с ГИС начинается с таких простейших вопросов, как: «Что это?» или «Где находится?». И хотя запросы к системе, реально используемые на практике, намного сложнее, идеологически они являются лишь их разновидностью. Например, это может быть вопрос: «В каком направлении распространяется загрязнение атмосферного воздуха?» или «Какие населенные пункты попадут в зону выпадения радиоактивных осадков?» или «Где проживают заболевшие гриппом?» и т. д.

Одна из ключевых задач, решаемых в ГИС – это создание, ведение и обновление цифровых карт и планов, связывающих их с базами атрибутивных данных, обмен данными с другими системами. Требования, которые первоначально предъявляют пользователи к ГИС, варьируют в очень широком диапазоне от сохранения существующего фонда традиционных планов по причине ухудшения состояния материала, на котором они были вычерчены до интеграции пространственных и связанных с ними данных, постоянно обновляемых по одной и той же территории различными организациями». Как правило, у одних и тех же пользователей по мере освоения ГИС требования меняются существенно и качественно от простейших к более сложным.

Информацию для ГИС могут поставлять самые разнообразные источники: географические карты и планы, нормативные и правовые документы, фотограмметрические данные, результаты полевых испытаний, научные отчеты и др.

2.3. Классификация информационных систем

Имеется несколько классификаций информационных систем (ИС), зависящих от основания классификации.

В зависимости от уровня автоматизации ИС делятся на три типа:

- ручные ИС (все операции по переработке информации в них проводятся человеком, например, библиотека старого типа);
- автоматизированные ИС (часть функций по управлению и обработке информации поручена ЭВМ);
- автоматические (все функции выполняют технические средства, например, автоматическое управление технологическим процессом, например, управление ядерным реактором).

По объему выполняемых функций ИС подразделяются на два типа: полные ИС и неполные.

Система называется **полной**, если в процессе работы такой системы осуществляется полный технологический цикл обработки информации, включающий следующие процессы:

- обработка информации с привлечением набора существующих средств;
- выход или представление информации в заданных формах без привлечения других технических и программных средств.

Система называется **неполной**, если она осуществляет частичную обработку информации или привлекает для решения поставленных задач другие системы.

По сфере применения ИС делятся на следующие типы:

1. ИС в научных исследованиях (АСНИ): такие ИС используются для анализа деятельности научных работников, для анализа статистической информации, для управления экспериментом.

ИС в автоматизированном проектировании (САПР): их применяют для автоматизации труда работников-проектировщиков и разработчиков новой техники. Такие ИС позволяют разрабатывать новые изделия, создавать графическую документацию, моделировать проектируемые объекты, создавать управляемые программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

ИС организационного управления применяются для автоматизации функций административного персонала: например, ИС банков, гостиниц, страховых компаний, офисные информационные системы.

ИС управления технологическими процессами: такие ИС применяют для автоматизации процессов управления, особенно в опасных и вредных производствах (управление работой ядерного реактора, ускорителя частиц и др.

В конце XX века появился иной тип информационных систем – **геоинформационные системы (ГИС)**, а в середине 90-х годов ГИС приобрели уже статус серьезного стратегического резерва в экономике тех стран, которые вступили в период становления информационного общества [1].

Национальное географическое общество США, Ассоциация Американских географов и Институт исследования окружающей среды (ESRI) инициировал проведение ежегодного Всемирного Дня ГИС – 19 ноября.

Основная идея Дня ГИС, по замыслу основателей, заключается в широкой просветительской деятельности каждого, кто имеет опыт и знания в этой области, во внедрении географического подхода в сознание людей по всему миру.

2.4. Состав и структура ГИС

2.4.1 Состав ГИС

Геоинформационные системы включают в себя 5 ключевых составляющих:

- аппаратные средства;
- программное обеспечение;
- данные;
- исполнителей;
- методы.

Аппаратные средства – это компьютер, на котором функционирует ГИС, и все периферийные устройства, которые используются для получения информации, ввода ее в ЭВМ и предоставление пользователю ГИС результатов. В настоящее время ГИС работают на различных типах компьютерных платформ, от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных компьютеров.

Программное обеспечение ГИС содержит инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации. Ключевыми компьютерами программных продуктов являются:

- средства ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных;
- инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации (отображения);
- графический пользовательский интерфейс для легкого доступа к инструментам и функциям.

Данные – это наиболее важный компонент ГИС. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные или атрибутивные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем либо приобретаться у поставщиков на коммерческой или другой основе.

В процессе обработки данных ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных.

Исполнители. Широкое применение технологии ГИС невозможно без людей, которые работают с программными продуктами и разрабатывают планы их использования при решении реальных задач. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники (конечные пользователи), которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы.

Методы. Успешность и эффективность (в том числе экономическая) применения ГИС во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации.

Существующие и разрабатываемые ГИС могут значительно отличаться друг от друга по возможностям, основным технологиям обработки информации, по требуемой технической конфигурации, по вычислительным ресурсам и др. Кроме того, не всегда разработчик автоматизированной информационной системы может дать ответ на вопрос: «Относится ли его информационная система к классу ГИС?». Поэтому актуальным является выявление причин типичных признаков принадлежности ИС к классу ГИС и описание ее основных особенностей, которые можно получить на основе системного анализа систем.

2.4.2. Структура ГИС

Функционирующую ГИС можно представить в виде системы, где основными ее элементами являются аппаратные средства, программное обеспечение, данные, пользователи и методы.

Современные ГИС работают практически на всех типах компьютерных платформ. Самая простая и недорогая конфигурация представляет собой персональный компьютер. Для оперативной обработки информации в полевых условиях используют мобильные ГИС, которые могут быть установлены в мобильном телефоне. Для разработки корпоративных ГИС и глобальных баз геоданных больше подойдут сервера и компьютерные сети.

Важным свойством информации является ее **адекватность**, т. е. определенный уровень соответствия реальному объекту, процессу или явлению. Адекватность выражается в трех формах: синтаксической, семантической и прагматической.

Эффективность использования информации обуславливается рядом следующих качеств:

- репрезентативность информации связана с правильностью ее отбора и представления с целью формирования свойств описываемого объекта;
- содержательность информации отражает семантическую емкость;
- полнота информации означает, что имеется минимальный, но достаточный для принятия решения набор параметров;
- доступность информации обеспечивается выполнением соответствующих процедур ее получения и преобразования;
- актуальность информации определяется степенью сохранения ценности в момент ее использования и зависит от динамики изменения ее характеристик и интервала времени, прошедшего с момента ее получения;
- точность определяется степенью близости информации к реальному состоянию объекта, процесса или явления;
- достоверность определяется свойством отражать реально существующие объекты с необходимой точностью;
- устойчивость отражает способность реагировать на

изменения исходных данных без нарушения необходимой точности.

Наиболее востребованными задачами, решаемыми с помощью ГИС, являются ввод и визуализация данных, а также формирование запросов и пространственный анализ. ГИС включает в себя набор инструментов, позволяющих формировать различные типы запросов. Конструкторы запросов позволяют задавать шаблоны поиска, проигрывать сценарии типа «что будет, если...», разрабатывать прогнозы по заданным параметрам.

Функциональность, успешность и эффективность ГИС зависят от правильно выбранных **методов разработки**.

При этом выбор методических подходов определяется спецификой проекта, комплексом решаемых задач и квалификацией пользователя, на которого ориентирован ГИС-проект.

Это могут быть как **технические специалисты** (разработчики), создающие и поддерживающие систему, так и **исполнители**, решающие с помощью ГИС определенные задачи.

2.5. Модели данных в ГИС

Объектом информационного моделирования в ГИС является пространственный объект. Это цифровое представление объектов местности, содержащее информацию о местоположении и свойствах (атрибутах).

Пространственные объекты реализуются в различных моделях. Современные ГИС используют следующие основные модели представления данных:

- растровую;
- матричную;
- квадратомическую;
- векторную.

Рассмотрим наиболее распространенные и простые

модели, которые могут быть реализованы в настольных ГИС: растровые и векторные.

Растровый метод основан на разбиении поверхности на множество равных по размеру элементов (ячеек, пикселей). Геометрические формы элементарных составляющих растра могут быть различными, но обычно они представлены прямоугольниками или квадратами.

Таким образом, растр представляет собой прямоугольную таблицу, состоящую из множества строк и колонок, образованных пикселями, имеющими определенный цвет. При обычном отображении элементарные частицы растра (ячейки, пиксели) не видны, но при значительном увеличении их легко обнаружить.

В соответствии с этим, **растровая модель** может быть обозначена как цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности элементов растра (пикселей) с присвоенными им значениями класса объекта.

Для характеристики растровой модели используются следующие термины.

Разрешение – способность измерительной системы обеспечить различение деталей изображения, а также мера, используемая для оценки объекта как размера наименьшего из различных объектов. Обычно выражается в числе точек на дюйм (dpi-dots per inch).

Площадная зона – набор соседствующих местоположений одинакового свойства.

Термин **класс** (или район) часто используют в отношении всех самобытных зон, которые имеют одинаковые параметры. Главными компонентами зоны являются ее значение и местоположение.

Значение – это единица информации, хранящаяся в теме (слое) для каждой точки или пикселя объекта. Ячейки одной зоны (или района) имеют одинаковое значение.

Местоположение – это наименьшая единица картографического пространства, для которого могут быть опре-

делены какие-либо характеристики или свойства (пиксель, ячейка). Такая единица картографического плана однозначно идентифицируется упорядоченной парой координат – номерами строки и столбца.

Однако работа с растровыми моделями требует значительных машинных ресурсов, прежде всего компьютерной памяти, требуемой для хранения и обработки растра.

Векторная модель имеет объектную ориентацию. Конфигурация всех объектов задается координатами точек и соединяющих их векторов. Причем каждая группа объектов, характеризуемых одинаковыми свойствами, формирует отдельный слой.

Таким образом, векторная модель представляет собой коллаж графических объектов, физически присутствующих в изображении. Пространственные данные обычно хранятся в виде взаимосвязанных объектов, атрибутивная информация о которых позволяет составить целостную картину картографируемого пространства.

При этом сложные наборы линий называются **сетями**. Они содержат дополнительную информацию о пространственных взаимоотношениях этих линий. Например, линии, отражающие транспортные магистрали, могут содержать сведения об особенностях передвижения по ним (направления по ним (направления, скорость и т. д.), при этом информация присваивается каждому отрезку до изменения атрибутов.

Точки, в которых отрезки связываются, называются узлами, также кодируются, каждый узел свидетельствует о смене ситуации. Все эти атрибуты определяются по всей сети без пропусков, что необходимо для обеспечения связанности и пространственных отношений. Совокупность линий образует линейный слой.

Полигоны используются для тех объектов, которые на карте сохраняют свои очертания (имеют длину и ширину). Отображаются в виде замкнутой последовательности пар координат, где начальная и конечная точки имеют

одинаковое значение. Совокупность полигонов образует полигональный слой.

Современные ГИС поддерживают одновременно множество моделей. Однако векторные получили большую популярность, поскольку обеспечивают хорошую визуализацию картографируемых объектов, возможность детально представлять реальные объекты и более оперативную обработку информации в процессе анализа и геообработки.

2.6. Анализ информации в ГИС

Ошибочно предполагать, что основная задача ГИС заключается только в хранении информации. Практическая ценность ГИС заключается в возможности оперирования имеющимися массивами данных, а это невозможно без осуществления процедуры анализа. Практически все современные системы содержат инструменты для работы с пространственно-атрибутивной информацией.

Для создания пространственной модели, соответствующей окружающему миру, используют средства пространственного анализа. Анализ в ГИС подразумевает широкий спектр операций, суть которых не всегда сопоставима с классической трактовкой понятия «анализ».

Согласно этимологии данного термина, анализ представляет собой процедуру мысленного или реального расчленения предмета, явления или процесса на составляющие, признаки, свойства, отношения. Анализ часто рассматривается как прием научного мышления либо как общенаучный метод. При этом предполагается не только фиксация составляющих, но и установление взаимоотношений между ними.

В ГИС понятие анализа подразумевает более широкий спектр процедур, позволяющих находить решение множества задач, связанных с пространственно-распределенными данными.

Так, например, используя аналитические функции ГИС, можно получить ответы на такие вопросы, как:

- Где расположен объект A ?
- Каково расположение объекта A по отношению к объекту B ?
- Какое количество объектов A располагается в пределах расстояния D от объекта B ?
- Какое значение имеет функция Z в точке X ?
- Каковы размеры объекта B ?
- Что получается в результате пересечения объектов A и B ?
- Какой маршрут от объекта X до объекта Y будет оптимальным?
- Какие объекты расположены внутри объектов X_1, X_2, \dots, X_n ?
- Сильно ли изменится пространственное распределение объектов после изменения существующей классификации?
- Что произойдет с объектом A , если изменить объект B и его местоположение относительно A ?

Кроме того, достаточно распространенной задачей является проверка предположений и выбор наиболее оптимальных решений, например, при проведении оценки воздействия производства на окружающую среду и выборе его места размещения. Также становится возможным построение множества картографических интерпретаций.

При проведении **пространственного анализа** чаще всего используются те представления, которые характерны для объекта, существующего в реальном мире.

Среди возможностей пространственного анализа выделяются:

- «оверлей»;
- анализ близости;
- сетевой анализ;
- поиск объектов;
- анализ видимости-невидимости;
- картометрические функции;

- интерполяция;
- районирование;
- агрегатирование;
- создание моделей поверхностей;
- буферизации;
- переклассификация.

Так, например, пространственное расположение объектов исследуется при помощи операций анализа размещения, связей и других геопространственных взаимоотношений объектов и их атрибутов.

К таким операциям можно отнести буферизацию, анализ близости, оверлейный и сетевой анализ, районирование и др. Комбинируя перечисленные операции, можно решить достаточно сложные пространственные задачи.

2.7. Примеры использования ГИС

Приведем примеры наиболее часто используемых ГИС в различных областях народного хозяйства (рисунок 3).



Рисунок 3 – Примеры использования ГИС

В бизнесе ГИС может помочь предпринимателям, используя бизнес-информацию любого типа как инструментальное средство для организации и управления бизнесом. Приложения этой технологии в сфере бизнеса весьма разнообразны:

- можно проследить, где проживают клиенты, кто они такие, каковы их потребности и финансовые возможности;
- смоделировать последствия принимаемых решений;
- подобрать дом для покупки и определить кратчайший маршрут проезда к нужному месту.

Демографический анализ с использованием ГИС является основой для решения многих задач: предоставление клиентам услуг, подбор мест для строительства, маркетинговые исследования в рекламных компаниях. Понимание пространственной демографии населения важно для составления списков прямой рассылки рекламы по почте, составления подходящих рекламных брошюр, проведения рекламных компаний в СМИ.

ГИС для связи с клиентами и партнерами. В среднем затраты на привлечение нового клиента в 5 раз превышают затраты на сохранение существующих клиентов. Отделы по работе с клиентами рассматривают все аспекты бизнеса – от определения наилучшего продукта для конкретного клиента до рассылки товаров и предоставления дополнительных услуг клиентам в их доме или офисе.

С помощью ГИС можно **доставлять товары и осуществлять маршрутизацию**, т. е. внедрить функции географического анализа в процессе обслуживания клиентов. От расчета времени и кратчайшего маршрута проезда к клиенту до составления маршрутного листа и расписания движения при обслуживании нескольких клиентов. Это позволяет отследить движение машин по маршрутам, выделить варианты доставки с учетом времени суток, транспортных нагрузок, наличного числа автомашин и т. д.

Одно из важных применений ГИС – это создание и работа с **электронными картами и атласами**. Основой электронных карт являются изображения, которые получаются при съемке местности специальной аппаратурой, размещенной в настоящее время, как правило, на борту воздушного транспортного средства. При этом электронную карту можно рассматривать как электронную модель реальной местности. В настоящее время электронные карты нашли широкое применение в морской навигации, автотранспорте, гидрологии, при определении плотности населения, в поиске природных ресурсов, транспортных магистралей, в определении типов почв, лесов и др.

ГИС для задач городского хозяйства. Такого типа ГИС относятся к низшему (муниципальному) уровню системы. ГИС низшего уровня являются самыми популярными из всех ГИС. При построении городской (муниципальной) ГИС выделяют 7 основных этапов:

- определение целей городской администрации;
- определение функций органов местной власти;
- построение информационной модели ГИС управления разделом городского хозяйства;
- выбор технологического решения;
- получение организационной поддержки (получение поддержки заказчика);
- создание пилот-проекта;
- окончательная разработка и реализация ГИС.

При решении **экологических задач** с помощью ГИС используют информацию, относящуюся к разным природным средствам, интегрируемую в результате в категорию, называемую «качество среды». При этом главная задача ГИС по экологии – получение комплексной информации в некотором регионе на базе интеграции всех видов данных, поступающих от многих организаций. Интеграционной основой является электронная карта территории региона. Кроме отображения экологической информации на карте,

необходимо также проводить ряд расчетов, например, расчет платежей за использование ресурсов и др.

Представление ГИС-услуг через Интернет. Число web-сайтов, использующих технологию картографических серверов от ESRI для распространения карт и сопутствующей информации по сети Интернет, постоянно растет. Другими типичными примерами являются сайты, на которых установлены картографические справочные системы по тем или иным регионам и одновременно на коммерческой основе предлагаются разнообразные электронные карты вместе с лежащими в их основе наборами данных. Некоторые ГИС-приложения позволяют увидеть панораму города, области или страны.

Таким образом, в настоящее время нет такой производственной сферы, где не рационально было бы применение ГИС: транспорт, экология, экономика и бизнес, геология, геодезия, военное дело и др.

Применение ГИС позволяет увеличивать производительность труда за счет автоматизации некоторых операций, визуализации результата, сокращения трудовых затрат на изготовление конечной продукции.

ТЕМА 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГИС

Всеобщее использование персональных компьютеров вызывает появление разрушающих вирусов и других способов взлома, которые мешают нормальной работе компьютера, уничтожают файловую структуру дисков и повреждают информацию, хранящуюся в компьютере, а также воруют информацию для своей выгоды.

Самый ценный актив любой организации – это информация, а информационно-коммуникационные технологии лежат в основе всех бизнес-процессов. Именно поэтому грамотно структурированная защита данных компании является одним из ключевых условий ее конкурентоспособности и развития. Недостаточная ИБ может привести к серьезным последствиям для компании.

Использование системы защиты информации имеет определенные задачи по сохранению ключевых характеристик информации и включает:

- своевременное выявление и устранение угроз безопасности, их причин, способствующих нанесению финансового, материального и морального ущерба его интересам;
- создание механизма и условий для быстрого реагирования на угрозы безопасности и проявления негативных тенденций в деятельности компании;
- эффективное пресечение атак на ресурсы и угроз персоналу с помощью правовых, организационных, программно-технических мер и средств безопасности;

- создание условий для максимально возможного возмещения и локализации ущерба, причиненного противоправными действиями физических и юридических лиц, смягчение негативного воздействия последствий нарушения безопасности на достижение целей организации.

Для обеспечения ИБ в РФ разработан ряд законов, регламентирующих организационно-правовую базу:

- Доктрина информационной безопасности в РФ.
- Федеральный закон №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации».
- Федеральный закон №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры РФ».
- Федеральный закон №98-ФЗ «О коммерческой тайне».

К вредоносному программному обеспечению относятся сетевые черви, классические файловые вирусы, трояны, хакерские утилиты и другие программы, которые намеренно повреждают компьютер, на котором они работают, или другие компьютеры в сети.

Обеспечение безопасности должно основываться на одновременном применении всех мер, предусмотренных законодательством или рекомендованных специалистами. Организационно-технические, экономические и правовые меры должны соответствовать возможностям организации и ИС.

Рекомендуется использовать основные способы защиты ИС:

- препятствие;
- управление, или оказание воздействия на элементы защищаемой системы;
- маскировка, или преобразование данных;
- регламентация, или создание таких условий, при которых пользователь будет вынужден соблюдать правила обращения с данными;
- побуждение, или мотивирование пользователей к должному поведению.

К средствам информационной защиты относятся:

- физические;
- программные и аппаратные;
- организационные;
- законодательные;
- психологические.

3.1. Основные понятия теории информационной безопасности

3.1.1. Теория информационной безопасности

При рассмотрении вопросов информационной безопасности (ИБ) можно выделить два подхода: неформальный и формальный.

Неформальный, или описательный. При этом подходе комплекс вопросов построения защищенных систем делится на основные направления, соответствующие угрозам, разрабатывается комплекс мер и механизмов защиты по каждому направлению.

Формальный. Основан на понятии политики безопасности и определении способов гарантирования выполнения ее положений.

Как естественнонаучная дисциплина **теория информационной безопасности** развивается в направлении формализации и математизации основных положений, выработки комплексных подходов к решению задач защиты информации.

Теория информационной безопасности постоянно развивается, так как в связи с развитием технологий обработки и передачи информации постоянно возникают новые задачи по обеспечению информационной безопасности (ИБ).

К числу перспективных направлений следует отнести следующие:

- формализация положений теории ИБ;
- разработка моделей безопасности, более точно отра-

жающих существующий уровень развития компьютерной техники и информационных технологий и более удобных для практического использования и анализа защищенности реальных ИС;

- разработка средств и методов противодействия угрозам информационной войны;
- вопросы обеспечения безопасности в глобальных информационных сетях, например Internet;
- безопасность систем электронной коммерции;
- вопросы безопасности обработки информации мобильными пользователями.

Предметной областью ИБ являются:

- информация и ее свойства;
- угрозы безопасности информации и ее собственникам;
- способы, методы и средства защиты информации;
- классификации систем защиты;
- требования к защищенности информационных систем;
- методология оценки защищенности информационных систем и проектирования защиты;
- конкретные системы защиты информации, применяемые в различных органах управления, учреждениях и на предприятиях различных форм собственности.

3.1.2. Терминология ИБ

Базовыми в теории защиты информации являются термины: «информационная безопасность», «безопасность информации», «защита информации». Их сущность определяет в конечном счете политику и деятельность в области защиты информации [8].

Информационная безопасность – состояние защищенности информационных ресурсов (информационной среды) от внутренних и внешних угроз, способных нанести ущерб интересам личности, общества, государства (национальным интересам).

Безопасность информации – защищенность информации от нежелательного ее разглашения (нарушения конфиденциальности), искажения (нарушения цельности), утраты или снижения степени доступности информации, а также незаконного ее тиражирования.

Из определений «информационная безопасность» и «безопасность информации» вытекает, что **защита информации** направлена на обеспечение безопасности информации, безопасность информации обеспечивается с помощью ее защиты.

Основные термины и определения правовых понятий в изучаемой области установлены в Федеральном законе «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». В нем сформулировано понятие информации и информационных технологий, определены субъекты информационных отношений и защиты.

Информация – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления.

Информационные технологии – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств.

Информационно-телекоммуникационная сеть – технологическая система, предназначенная для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники.

Обладатель информации – лицо, самостоятельно создавшее информацию либо получившее на основании закона или договора право разрешать или ограничивать доступ к информации, определяемой по каким-либо признакам.

Доступ к информации – возможность получения информации и ее использование.

Представление информации – действия, направленные

ные на получение информации определенным кругом лиц или передачу информации определенному кругу лиц.

Распространение информации – действия, направленные на получение информации неопределенным кругом лиц или передачу информации неопределенному кругу лиц.

3.1.3. Принципы информационной безопасности

Для защиты информации в информационных системах могут быть сформулированы следующие принципы:

Законность и обоснованность защиты. Принцип законности и обоснованности предусматривает то, что защищаемая информация по своему правовому статусу относится к информации, которой требуется защита в соответствии с законодательством.

Системность. Системный подход к защите информационной системы предполагает необходимость учета всех взаимосвязанных, взаимодействующих и изменяющихся во времени элементов, условий и факторов.

Комплексность. Комплексное использование предполагает согласование разнородных средств при построении целостной системы защиты, перекрывающей все существенные каналы реализации угроз и не содержащей слабых мест на стыках отдельных ее компонентов.

Непрерывность защиты. Защита информации – это непрерывный целенаправленный процесс, предполагающий принятие соответствующих мер на всех этапах жизненного цикла информационной системы, начиная с самых ранних стадий проектирования. Разработка системы защиты должна вестись параллельно с разработкой самой защищаемой системы.

Разумная достаточность. Создать абсолютно непреодолимую систему защиты принципиально невозможно: при достаточных времени и средствах можно преодолеть любую защиту. Следовательно, возможно достижение лишь некоторого приемлемого уровня безопасности.

Гибкость. Внешние условия и требования с течением времени меняются. Принятые меры и установленные средства защиты могут обеспечивать как чрезмерный, так и недостаточный уровень защиты. Для обеспечения возможности варьирования уровня защищенности средства защиты должны обладать определенной гибкостью.

Открытость алгоритмов и механизмов защиты. Суть принципа открытости механизмов и алгоритмов защиты состоит в том, что знание алгоритмов работы системы защиты не должно давать возможности ее преодоления даже разработчику защиты. Однако это вовсе не означает, что информация о конкретной системе защиты должна быть общедоступна, необходимо обеспечивать защиту от угрозы раскрытия параметров системы.

Простота применения средств защиты. Механизмы защиты должны быть интуитивно понятны и просты в использовании. Применение средств защиты не должно быть связано с выполнением действий, требующих значительных дополнительных трудозатрат при обычной работе законных пользователей, а также не должно требовать от пользователя выполнения малопонятных операций.

3.1.4. Информационная безопасность как составляющая национальной безопасности

Информационная безопасность (ИБ) является важной составляющей национальной безопасности России. Политика государства в этой сфере деятельности направлена, в первую очередь, на организацию защиты государственной тайны и развитие правовых основ защиты информации. Правовая защита информации выступает как один из наиболее важных способов и методов защиты информации.

Таким образом, можно сделать основные выводы по защите информации:

- знание основ теории ИБ будет способствовать компетентному решению практических вопросов защиты инфор-

мации, явится основой для профессиональной деятельности специалиста по ИБ;

- проблема защиты информации формулировалась по-разному в разные исторические эпохи и связана с политикой, экономикой, технологиями [4];

- проблема защиты информации в автоматизированных (информационных) системах была сформулирована в середине 70-х годов XX века и с тех пор претерпела существенные изменения, связанные с уровнем развития систем;

- перспективным является путь комплексного обеспечения ИБ, сочетающий формальный и неформальный подход к решению проблемы [3];

- однозначное определение базовых понятий в области ИБ необходимо в интересах как производителей, так и потребителей информационных систем, а также для полного и непротиворечивого описания процесса защиты информации.

3.2. Информация как объект защиты

3.2.1. Понятие об информационной системе

В общем случае **информация** – это знания в широком значении этого слова. Не только образовательные или научные знания, а сведения и данные, которые присутствуют в любом объекте и необходимы для функционирования любых информационных систем (живых существ или созданных человеком) [5].

Информация как объект познания имеет ряд особенностей:

- нематериальна по своей природе, отображается в виде символов на носителях;

- после записи на носитель информация приобретает определенные параметры и может быть измерена в объеме;

- информация, записанная на материальный носитель,

может храниться, обрабатываться, передаваться по различным каналам связи [8];

- перемещаясь по линиям связи, информация создает физические поля, которые отражают ее содержание.

При обработке, хранении, передаче информация циркулирует в информационной системе. Простейшая информационная система состоит из источника информации, канала связи и получателя информации (рисунок 4).



Рисунок 4 – Простейшая информационная структура

Из этого следует, что нельзя поставить знак равенства между защитой информации и защитой информационной системы.

При этом можно выделить несколько уровней представления информации:

- уровень носителей;
- уровень средств взаимодействия с носителем;
- логический уровень;
- синтаксический уровень;
- семантический уровень.

Информация как объект познания и объект защиты обладает следующими основными свойствами.

Ценность. Как предмет собственности информация имеет определенную ценность. Именно потому, что информация имеет ценность, ее необходимо защищать.

Секретность (конфиденциальность) информации – субъективно определяемая характеристика, указывающая на необходимость введения ограничений на круг субъектов, имеющих доступ к данной информации. Эта характеристика обеспечивается способностью в тайне от субъектов, не имеющих полномочий, на доступ к ней.

Целостность информации – свойство информации существовать в неискаженном виде. Обычно интересует обеспечение более широкого свойства – достоверности информации, которое складывается из адекватности (полноты и точности) отображения состояния предметной области и непосредственно целостности информации, т. е. ее не искаженности. Вопросы обеспечения адекватности отображения выходят за рамки проблемы обеспечения ИБ.

Доступность информации – свойство системы, в которой циркулирует информация, обеспечивать своевременный беспрепятственный доступ субъектов к интересующей их информации и готовность к обслуживанию поступающих от субъектов запросов всегда, когда в обращении к ним возникает необходимость.

Концентрация. Суммарное количество информации может оказаться секретным, сводные данные обычно секретнее, чем одиночные.

Рассеяние. Ценная информация может быть разделена на части и перемешана с менее ценной с целью маскировки самого факта наличия информации. Примеры использования этого свойства – компьютерная стеганография.

Сжатие. Возможно сжатие без потери информации, например, архивирование. Для уменьшения объема информации или увеличения пропускной способности канала передачи информации применяется сжатие с частичной потерей (например, сжатие в графических формах типа jpg). Используется также необратимое сжатие (например, алгоритм электронно-цифровой подписи (ЭЦП), одностороннее ХЭШ-преобразование).

Прагматические свойства:

- важность;
- полнота (степень уменьшения априорной неопределенности);
- достоверность;
- своевременность;

- целесообразность;
- соотносимость с фактами, явлениями.

3.2.2. Ценностные свойства информации

Ценность информации изменяется во времени. К изменению ценности информации приводят распространение информации и ее использование. Характер изменения ценности во времени зависит от вида информации.

Для большинства видов можно представить общую схему жизненного цикла информации (рисунок 5).

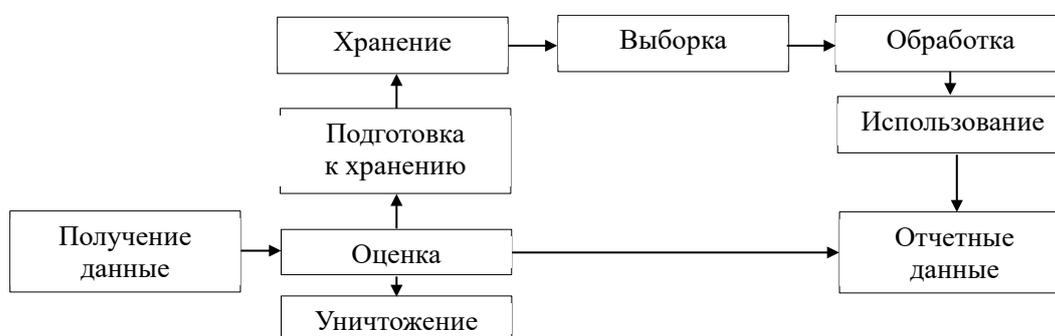


Рисунок 5 – Жизненный цикл информации

Ценность большинства видов информации, циркулирующей в информационной системе, со временем уменьшается – информация стареет.

Старение информации S_i в первом приближении можно аппроксимировать выражением вида

$$S_i(t) = S_0 \exp(-2,3t / 1\text{ж.ц.}),$$

где S_0 – ценность информации в момент ее возникновения (создания); t – время от момента возникновения информации до момента ее использования; $t_{\text{ж.ц.}}$ – продолжительность жизненного цикла информации (от момента возникновения до момента устаревания).

В соответствии с этим выражением за время жизненного цикла ценность информации уменьшается в 10 раз.

3.2.3. Информационные ресурсы

Информационные ресурсы являются объектами отношений физических и юридических лиц между собой и государством. В совокупности они составляют информационные ресурсы России и защищаются наравне с другими видами ресурсов. Обязательным условием для включения в информационные ресурсы является **документирование информации**.

При этом любая документационная информация имеет следующие реквизиты:

- наименование документа;
- гриф секретности или конфиденциальности (если таковые имеются);
- регистрационный номер;
- дату создания и регистрации;
- автора и (или) исполнителя;
- срок действия грифа секретности или конфиденциальности, если таковые имеются;
- атрибуты учреждения.

Кроме того, в реквизитах могут указываться адреса рассылки (пользователей).

Отметим, что ценность информации может быть стоимостной категорией и характеризовать конкретный размер прибыли при ее использовании или размер убытков при ее утрате. Степень ценности информации и необходимая надежность ее защиты находятся в прямой зависимости.

Обычно выделяются два вида интеллектуально-ценной информации:

- техническая, технологическая: методы изготовления продукции, программное обеспечение, производственные показатели, химические формулы, рецептуры, результаты испытаний опытных образцов, данные контроля качества и т. п.;
- деловая: стоимостные показатели, результаты исследования рынка, списки клиентов, экономические прогнозы и т. п.

В соответствии с интересами обеспечения национальной безопасности и степенью ценности для государства, а также правовыми, экономическими и другими интересами информационные ресурсы могут быть **открытыми**, т. е. общедоступными (используемыми в работе без специального разрешения, публикуемыми в средствах массовой информации, оглашаемыми в выступлениях и т. п.), и **ограниченного доступа** и использования, т. е. содержащими сведения, составляющие тот или иной вид тайны и подлежащие защите, охране, наблюдению.

Для информационных ресурсов ограниченного доступа вид тайны является определяющим основанием их классификации. **Тайна** – это нечто неизвестное, неведомое, неразгаданное, еще не познанное, нечто скрываемое от других, известное не всем.

Выделяются две глобальные предметные сферы тайны:

- **тайны природы**, т. е. объективные тайны: тайны Вселенной, тайны рождения и смерти и множество других тайн;
- **тайны людей**, т. е. субъективные тайны: тайны личности, тайны производства, тайны искусства и т. п.

3.2.4. Правовой режим информационных ресурсов

Правовой режим информационных ресурсов (ИР) определяется нормами, устанавливающими:

- порядок документирования информации;
- право собственности на отдельные документы и их массивы;
- категорию информации по уровню доступа к ней;
- порядок правовой защиты информации.

При этом персональные данные относятся к категории конфиденциальной информации, однако перечни этих данных должны быть закреплены на уровне федерального закона.

В связи с этим деятельность негосударственных организаций и частных лиц, связанная с обработкой и представ-

лением пользователям персональных данных, подлежит обязательному **лицензированию**.

Все информационные системы, базы и банки данных, предназначенные для информационного обслуживания граждан и организаций, подлежат **сертификации**.

Автоматизированные системы органов государственной власти, которые обрабатывают документированную информацию с ограниченным доступом, а также средства защиты этих систем подлежат обязательной сертификации.

Организации, выполняющие работы в области проектирования, производства средств защиты информации и обработки персональных данных, получают лицензии на этот вид деятельности.

Закон предусматривает **защиту прав на доступ к информации**. Отказ в доступе к открытой информации или предоставление пользователям заведомо недостоверной информации могут быть обжалованы в судебном порядке.

Во всех случаях лица, получившие недостоверную информацию, имеют право на возмещение понесенного ими ущерба.

Руководители, другие служащие органов государственной власти, организаций, виновные в незаконном ограничении доступа к информации и нарушении режима защиты информации, несут ответственность в соответствии с уголовным, гражданским законодательством об административных правонарушениях.

Таким образом, в части информации как объекта защиты можно сделать следующие выводы:

- характеристика понятия «информация», выделение основных свойств информации являются ключевыми моментами при определении того, что же подлежит защите;
- выделены три основных свойства информации (конфиденциальность, целостность и доступность), защита которых обеспечивает сохранение ценности информации;
- информация является объектом права собственности

и информационные отношения регулируются соответствующими законодательными и нормативными актами;

- информационные ресурсы классифицируются в зависимости от вида отражаемой ими тайны.

3.3. Защита информации в автоматизированных информационных системах

Требования по защите информации в автоматизированных информационных системах (АИС) формируются вокруг необходимости оградить конфиденциальные данные от утечек или искажений. Угрозы имеют различный генезис: информация страдает от техногенных аварий, повреждающих оборудование, действий хакеров и вредоносных программ, инсайдеров, похищающих ее для продажи. Создание комплекса аппаратных и программных средств защиты поможет избежать этих рисков.

3.3.1. Задачи по защите информации

Информация имеет свойства, изменение которых приводит к утрате ее ценности.

В законодательстве об охране данных к ним относят:

- **конфиденциальность** – недоступность третьим лицам;
- **целостность** или неизменность предполагает, что изменить данные могут только лица, имеющие допуск;
- **доступность** означает, что необходимые данные будут в распоряжении пользователя, доступ к информации не будет ограничен из-за аппаратных проблем или вирусов-шифровальщиков.

Дополнительно выделяется свойство **достоверности**. Оно рассматривается как точность и правильность, и задача IT-специалиста – повысить достоверность данных различными методами.

Это реализуется следующими способами:

Информационный выражается в добавлении контрольных разрядов (дополнительного бита данных, превращающего 8-битный код в 9-битный), что позволяет проверить точность данных, и в добавлении дополнительных операций обработки данных. Это позволяет обнаружить и устранить ошибки в данных.

Временный. Процедуры контроля применяются не однажды, а несколько раз на протяжении определенного времени.

Структурный. Создание резервного хранилища данных, структурный сквозной контроль, реализуемый на всех этапах обработки информации и позволяющий найти ошибку на наиболее ранних этапах.

При этом меры защиты информации в АИС применяются и ко всему объему данных, обрабатываемых в организации, и к отдельным блокам, отличающимся по степени ценности данных.

Объекты защиты. Способы защиты информации имеют свою цену, и необходимо так разграничить объекты охраны, чтобы наиболее сложные и дорогостоящие методы применялись к наиболее ценным информационным объектам. Такое ранжирование производится еще на стадии разработки требований к архитектуре информационной системы.

В этом случае выделяются следующие информационные массивы:

- **исходные данные** – сведения, которые направляются в АИС на хранение и обработку от пользователей, клиентов, контрагентов;
- **производные данные**, создающиеся в АИС в результате обработки исходных данных. Это базы данных, отчеты, структурированные иным способом информационные массивы;
- **служебные**, вспомогательные сведения, данные сканирования, архивы работы систем защиты;
- **программные средства** защиты информации, пред-

ставляющие собой лицензионные продукты или созданные собственными силами;

- **алгоритмы**, которые легли в основу разработки программ.

За исключением вспомогательных данных, большинство информационных массивов может содержать коммерческую тайну, защита которой должна обеспечиваться на самом высоком уровне.

3.3.2. Планирование и реализация систем защиты

Защита по защите информации в автоматизированных электронных системах должна решаться планомерно. Невозможно обеспечить эффективную работу системы без структурирования деятельности.

Выделяются следующие работы.

Планирование. Выработка требований к обеспечению информационной безопасности (ИБ) становится основой для создания системы. Требования к безопасности опираются на категорию бизнес-процессов, потребности пользователей, модель угроз, степень опасности, исходящей от внутренних или внешних угроз.

Планирование осуществляется на основе мировых или отечественных стандартов защиты информации. Это ISO / IEC 27001 и аналогичные, регулирующие различные аспекты ИБ, и российский ГОСТ Р ИСО / МЭК 27001, прямо повторяющий нормы международного. За базу принимаются рекомендации ФСТЭК РФ в части защиты персональных данных.

Внедрение. Процесс выстраивается таким образом, чтобы исключить срывы или ошибки, возникающие в ходе неправильного планирования и бюджетирования.

Управление. Для крупных компаний нужна оперативно-диспетчерская служба. Небольшим компаниям достаточно сил одного системного администратора. Оперативное

управление представляет собой организованное реагирование на нештатные ситуации в процессе функционирования системы, на инциденты ИБ. Оно носит комплексный характер, проводится в ручном и автоматическом режимах.

Плановое руководство защитой информации. Оно состоит из регулярного аудита работы систем защиты, анализа результатов аудита, подготовки докладов руководству и выработки предложений по улучшению систем защиты и усилению мер безопасности.

Повседневная деятельность по обеспечению БИ. Это планирование, организация, управление, оценка, выявление инцидентов, оперативные корректировки работы программных и аппаратных средств.

Каждый этап работы по обеспечению безопасных данных должен осуществляться с использованием всех доступных ресурсов и контролем их эффективности.

3.4. Методы защиты информации

Выстраивая систему защиты информации в автоматизированных информационных системах корпорации, IT-специалист может использовать различные методы, одновременное применение которых позволяет решать поставленные задачи.

Задачи делятся на следующие подгруппы:

- методы повышения степени достоверности информации;
- методы защиты данных от утраты в результате аварий или сбоя оборудования;
- методы контроля возможности физического доступа к аппаратуре, панелям управления и сетям, в результате которого возможно повреждение оборудования, хищение информации, намеренное создание аварийных или нештатных ситуаций, установка закладных устройств, позволяющих считывать звуковые и электромагнитные волны;

- методы аутентификации пользователей, программ, съемных носителей информации.

На практике специалисты используют и другие организационные и аппаратно-программные методы. Организационные реализуются на уровне всей компании, решение о выборе аппаратно-программируемых средств остается в компетенции специалиста.

3.4.1. Организационные методы

Выбор и применение **организационных методов** зависит от специфики работы организации и оттого, в каком правовом поле она существует:

- частная компания, не являющаяся оператором персональных данных и не работающая со сведениями, **содержащими государственную тайну**. Для нее возможно применение любых удобных организационных методов, без допущения избыточности;

- частная фирма-оператор первоначальных данных или работающая со сведениями, **содержащими государственную тайну**. Требования к организационным способам защиты информации для нее устанавливаются на уровне закона и нормативных документов ФСТЭК РФ;

- банк, в работе которого возникает три вида конфиденциальной информации – **персональные данные, банковская тайна, коммерческая тайна**. Требования по защите информации в АИС для него дополнительно устанавливает регулятор, Центробанк, и он же решает, какие организационные методы должны применяться;

- **государственный орган** или **компания**, для которых большинство организационных методов определяются централизованно, на уровне министерств или головных организаций.

При этом организационные методы делятся на две группы – системные и административные.

К системным относятся:

- повышение надежности оборудования, выбор рабочих станций с меньшими рисками отказа, установка оборудования, снижающего риск утраты информации в результате отключения электроэнергии;

- резервное хранение данных на внешних серверах, что позволяет устранить ошибки, возникающие из-за системных сбоев или уничтожения оборудования;

- ранжирование пользователей – преодоление им разного уровня доступа к сведениям при обработке информации, что снижает риск несанкционированного проникновения к данным, их уничтожения, изменения или копирования;

- структурирование обработки информации, оптимизация связанных бизнес-процессов, выделение специальных кластеров для обработки информации определенного типа.

Задача по разработке и внедрению административных методов ложится совокупно на руководство предприятия, вышестоящие организации, отделы персонала и безопасности.

К административным способам относятся:

- принятие внутренних нормативных актов, регулирующих действия по обработке информации и доступу к АИС;

- повышение корпоративной культуры, направленной на возникновение интереса пользователей к защите информации;

- установление режима коммерческой тайны, включение в трудовые договоры пункта об ответственности за ее разглашение;

- обучение пользователей, повышение их мотивации;

- повышение эргономичности труда, облегчение условий работы таким образом, чтобы системные сбои или утрата важной информации не происходили по причине усталости или невнимательности персонала.

Внедрение организационных способов защиты информации в АИС должно постоянно сопровождаться аудитом

действенности примененных мер и их дальнейшим совершенствованием по результатам выявленных ошибок.

3.4.2. Аппаратно-программные методы

Группа **аппаратно-программных методов** зависит от общей политики компании и действий IT-подразделений. Программные методы призваны обеспечить защиту информации при ее обработке в АИС и при передаче по каналам связи. Аппаратные обеспечивают применение точных контрольно-технических средств, дублирующих функции программных методов (например, шифрование на высоком уровне невозможно обеспечить только программными средствами) и способных обнаружить ошибки, недоступные для выявления программными средствами.

Задачи аппаратно-программных методов по обеспечению сохранности и достоверности информации делятся на следующие группы:

1. Дублирование и резервирование информации на трех уровнях, создание удаленных баз данных. Оперативное резервирование – создание копий файлов в режиме реального времени.

Восстановительное, когда копии файлов создаются в целях их восстановления, если утеря прошла из-за сбоя. Долгосрочное, при котором системные сведения сохраняются в большом объеме, включая копии всех системных файлов, и хранятся длительное время как в целях восстановления, так и в целях аудита.

2. Блокировка злонамеренных или ошибочных операций, создаваемых действиями пользователей или внешних злоумышленников, вредоносными программами.

3. Защита от вредоносных программ. Это вирусы, черви, троянские кони и логические бомбы. В борьбе с ними используется сканирование, выявление изменения элементов файлов, аудит, антивирусные программы.

4. Защита от внешних проникновений и несанкционированного доступа к информации. Здесь используются сетевые экраны, средства обнаружения атак.

5. Шифрование информации при помощи средств криптографической защиты.

6. Аутентификация пользователей, использование средств контроля доступа. Доступ может быть ограничен или разграничен программными средствами.

При этом перечисленные способы программной защиты информации АИС не являются исчерпывающими. Помимо них, широко применяются такие комплексные решения, как DLP- и SIEM-системы.

3.4.3. DLP-системы

Набирающие популярность на российском рынке средств защиты информации DLP-системы – это решение, которое максимально обеспечивает конфиденциальность и целостность информации, предотвращая несанкционированные действия со стороны пользователей.

Принцип работы DLP-системы строится на умении отличать конфиденциальную информацию от открытой. Отслеживая внутренний и внешний график, система выявляет случаи, когда маркированная конфиденциальная информация несанкционированно отправляется на печать, копируется, направляется во внешний мир при помощи мессенджера или электронной почты. Все такие ситуации блокируются, а на рабочий стол пользователя выводится предупреждение о запрете действий.

Система дорабатывается под потребности компании-клиента и комплексно решает задачи безопасности. Такие системы должны быть проверены и сертифицированы ФСТЭК РФ на отсутствие незадекларированных возможностей, что уверит пользователя в их соответствии нормативной документацией.

Планирование этапов защиты информации в АИС должно начинаться с выработки стратегии наиболее эффективного использования программных и аппаратных средств. Иногда отказ от использования сложного, но безопасного решения приводит к утечке данных стоимостью в годовой бюджет компании и репутационным потерям.

ТЕМА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В настоящее время успешная работа практически любого предприятия связана с обладанием разнообразной информацией и возможностью ее быстрого просмотра и анализа. Преобладающую роль такой информации составляют геоданные, т. е. различные сведения о территории. Работа с такими данными является основной функцией ГИС.

Геоинформационные системы (ГИС) – системы сбора, хранения, анализа и графической визуализации географических данных и связанной с ними информации о необходимых данных и объектах [1]. ГИС позволяет рассматривать данные по анализируемым проблемам относительно их пространственных взаимоотношений, что позволяет проводить комплексную оценку ситуации и создает основу для принятия более точных и разумных решений в процессе управления.

Данные системы включают в себя пространственные базы данных, редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Они могут применяться в картографии, метрологии, геологии, геодезии, землеустройстве, экономике и во многих других областях. К таким областям относится и экология.

Большую помощь в решении этой и других проблем экологии играют геоинформационные технологии: анализируя имеющуюся базу данных, получают новые сведения о географии территории, которые могут быть представлены в следующих видах:

- цифровые модели рельефа;
- трехмерные модели;
- ландшафтные карты;
- карты углов наклона рельефа;
- карты ущерба природным ресурсам;
- карты эрозионной опасности;
- карты экспозиций склонов и др.

Таким образом, основная идея технологии ГИС состоит в создании многослойной электронной карты, главный слой которой описывает географию территории, а второстепенные слои характеризуют отдельные составляющие части данной территории благодаря имеющимся сведениям о рассматриваемой территории [7].

ГИС-технологии оказывают помощь в следующих направлениях:

- загрязнение;
- деградация среды обитания;
- землевладение;
- мониторинг охраняемых территорий;
- восстановление среды обитания;
- мониторинг;
- публикации.

Следовательно, можно сделать вывод, что ГИС-технологии играют колоссальную роль как в контроле над экологической ситуацией, так и во многих других областях, что значительно снижает влияние человеческого фактора и, соответственно, уменьшает объем трудоемких умственных процессов и уменьшает количество совершаемых человеком ошибок. Поэтому вопрос совершенствования данных технологий был и остается до сих пор актуальным.

4.1. Геоинформационные системы в экологии и природопользовании

В настоящее время геоинформационные технологии

(ГИС) представляют собой сложные и многофункциональные инструменты для работы с данными о Земле.

4.1.1. ГИС в экологии

Рассмотрим **возможности**, предоставляемые пользователю ГИС:

- работа с картой (перемещение и масштабирование, удаление и добавление объектов);
- печать в заданном виде любых объектов территории;
- вывод атрибутивной информации об объекте;
- вывод на экран объектов определенного класса;
- обработка информации статистическими методами и отображение результатов такого анализа непосредственным наложением на карту.

Так, с помощью ГИС специалисты могут оперативно спрогнозировать возможные места разрывов трубопровода, проследить на карте пути распространения загрязнений и оценить вероятный ущерб для природной среды, вычислить объем средств, необходимых для устранения последствий аварии.

С помощью ГИС можно отобразить промышленные предприятия, осуществляющие выбросы вредных веществ, отобразить розу ветров и грунтовые воды в окружающей местности и смоделировать распространение выбросов в окружающей среде [2].

Деятельность человека постоянно связана с накоплением информации об ОС, ее отбором и хранением. Информационные системы, основное назначение которых – информационное обеспечение пользователя, т. е. предоставление ему необходимых сведений по конкретной проблеме или вопросу, помогает человеку решать задачи быстрее и качественнее.

При этом одни и те же данные могут использоваться при решении разных задач и наоборот. Любая информационная система предназначена для решения некоторого

класса задач и включает в себя как хранилище данных, так и средства для реализации различных процедур.

Информационное обеспечение экологических исследований реализуется главным образом за счет двух информационных потоков:

- информация, возникшая при проведении экологических исследований;
- научно-техническая информация по мировому опыту разработки экологических проблем по различным направлениям.

Общей целью информационного обеспечения экологических исследований является изучение информационных потоков и подготовка материалов для принятия решений на всех уровнях управления в вопросах выполнения экологических исследований, обоснования отдельных научно-исследовательских работ, а также распределения финансирования [16].

Поэтому перспективно построение географических информационных систем для сбора, хранения и обработки фактографической и картографической информации:

- о характере и степени экологических нарушений естественного и техногенного происхождения;
- об общих экологических нарушениях естественного и техногенного происхождения;
- об общих экологических нарушениях в определенной сфере человеческой деятельности;
- о недоиспользовании;
- об экономическом управлении определенной территорией.

Географические информационные системы рассчитаны, как правило, на установку и подключение большого количества автоматизированных рабочих мест, располагающих собственными базами данных и средствами вывода результатов.

Экологи на автоматизированном рабочем месте на

основе пространственно привязанной информации могут решить **задачи различного спектра:**

- анализ изменения ОС под влиянием природных и техногенных факторов;
- рациональное использование и охрана водных, земельных, атмосферных, минеральных и энергетических ресурсов;
- снижение ущерба и предотвращение техногенных катастроф;
- обеспечение безопасного проживания людей, охрана их здоровья.

При этом все потенциально опасные объекты и сведения о них, о концентрации вредных веществ, допустимых нормах и т. д. сопровождаются географической, геоморфологической, ландшафтно-геохимической, гидро-геологической и другими типами информации [5].

Рассеянность и нехватка информационных ресурсов в экологии выявили необходимость разработки ИГЕМ РАН аналитических справочно-информационных систем (АСИС) по проектам в области экологии и охраны ОС на территории РФ АСИС «ЭкоПро», а также разработку автоматизированной системы для Московской области, призванной осуществить ее экомониторинг. Разница задач обоих проектов обуславливается не только территориальными границами, но и областями применения информации.

Так как информация по природе своей обладает гибкостью, то можно сказать, что и та, и другая система могут использоваться как с целью проведения исследований, так и для управления. Другими словами, задачи двух систем могут переходить одна в другую.

4.1.2 ГИС в природопользовании

При оценке чрезвычайных ситуаций (ЧС) информационная подготовка занимает 30...60 % времени, а инфор-

мационные системы в состоянии быстро представить информацию и обеспечить нахождение эффективных методов урегулирования.

В условиях ЧС решения не могут быть смоделированы в явном виде, однако основой для их принятия может служить большой объем разнообразной информации, хранимой и передаваемой базой данных. По представленным результатам управленческий персонал на основе своего опыта и интуиции принимает конкретные решения [2].

Моделирование процессов принятия решений становится центральным направлением автоматизации деятельности лица, принимающего решения (ЛПР). К задачам ЛПР относится принятие решений в геоинформационной системе. Современную ГИС можно определить как совокупность аппаратно-программных средств, географических и семантических данных, предназначенную для получения, хранения, обработки, анализа и визуализации пространственно-распределенной информации.

Экологические ГИС позволяют работать с картами различных экологических слоев и автоматически строить аномальную зону по заданному химическому элементу. Это достаточно удобно, так как эксперту-экологу не нужно вручную рассчитывать аномальные зоны и производить их построение.

В настоящее время возникла острая необходимость в автоматизации процесса принятия решений. Для этого существующая ГИС была дополнена подсистемой принятия решений. Особенностью разработанной подсистемы является то, что одна часть данных, с которыми работает программа, представлена в виде карт. Для реализации системы принятия решений был избран аппарат теории нечетных множеств.

С помощью нечетных множеств можно создавать методы и алгоритмы, способные моделировать приемы принятия решений человеком в ходе решения различных задач. В качестве математической модели слабоформализованных

задач выступают нечеткие алгоритмы управления, позволяющие получать решения, хотя и приближенные, но не худшие, чем при использовании точных методов.

Методы теории нечетких множеств позволяют, во-первых, учитывать различного рода неопределенности и неточности, вносимые субъектами и процессами управления, и формализовать словесную информацию человека о задаче; во-вторых, существенно уменьшить число исходных элементов модели процесса управления и извлечь полезную информацию для построения алгоритма управления.

С помощью ГИС можно построить карту качественной **оценки влияния ОС на человека**. Построение карты происходит согласно выбранному ранее алгоритму. Пользователь указывает интересующую его область, а также шаг, с которым будет производиться анализ карт [13].

Перед началом обработки данных производится считывание информации из WMF-файлов и формирование списков, элементами которых являются указатели на полигоны. Для каждой карты составляется свой список. Затем после формирования списков полигонов производится формирование карты загрязнения почвы химическими элементами. По окончании формирования всех карт и ввода исходных данных формируются координаты точек, в которых будет производиться анализ карт.

Данные, полученные функциями опроса, заносятся в специальную структуру. По завершении формирования структуры программа производит ее классификацию. Каждая точка сетки опроса получает номер эталонной ситуации. Этот номер с указанием номера точки заносится в двусвязный список, чтобы потом можно было бы построить карту графики.

Специальная функция анализирует этот двусвязанный список и производит графическое построение изолиний вокруг точек, имеющих одинаковые классификационные ситуации. Она считывает точку из списка и анализирует

значение номера ее ситуации с номерами соседних точек, и в случае совпадения объединяет рядом расположенные точки в зоны. В результате работы программы вся территория окрашивается в один из трех цветов. Каждый цвет характеризует качественную оценку экологической обстановки в городе. Таким образом, информация представляется в доступной для пользователя и удобной для восприятия форме.

4.2. Проект МЭМОС

На государственном уровне возникла необходимость организовать цельную систему, которая позволила бы «объединить в себе параметры окружающей среды и показатели здоровья населения, проанализировать и представить лицам, принимающим управленческие решения, возможные варианты совершенствования системы.

Цель такой сложной системы очевидна и проста – это улучшение состояния человеческого здоровья путем снижения влияния негативных факторов ОС. Такая система мониторинга вводится сейчас в РФ на региональных уровнях.

Эта система социально-гигиенического мониторинга. Функциональные возможности географических информационных систем (ГИС) и их экономическая эффективность позволяют объединить в себе некоторые блоки системы социально-гигиенического мониторинга.

Таким представляется наиболее «экономичный» и в то же время эффективный и реализуемый вариант системы на примере выделения одного компонента среды (атмосферы). Ее название **Система медико-эпидемиологического мониторинга окружающей среды (МЭМОС)**.

Цель проекта: на основе постоянно собираемой информации о факторах среды и здоровья, разработка и внедрение комплексной системы представления данных и оценки риска здоровью, его экономического обоснования и управления инвестициями, позволяющая поддерживать

устойчивое экономическое развитие на основе медико-экологического благополучия.

Задачи МЭМОС:

- формирование экологического и социально-гигиенического мониторинга;
- расчет риска для здоровья населения от ведущих факторов среды;
- прогнозирование состояния здоровья населения на перспективу;
- обоснование выбора ведущих (определяющих) факторов здоровья населения;
- построение организационно-методической и правовой системы управления здоровьем населения;
- формирование экономических механизмов поддержания устойчивого развития региона на основе медико-экологического благополучия.

Целевой функцией системы МЭМОС является принятие решений о корректировке деятельности государственных и негосударственных учреждений здравоохранения и предприятий с учетом выявленных экологически неблагоприятных зон с повышенными рисками для здоровья населения этих районов. Применение и внедрение МЭМОС в области здравоохранения более предпочтительно и реально по сравнению с разработкой социально-гигиенического мониторинга.

Главным обоснованием этому является применение одного унифицированного и в то же время «настроенного» на данную отрасль программного продукта на основе современных ГИС-технологий. В этом видится экономически более выгодная реализация МОЭС по сравнению с реализацией **Системы социально-гигиенического мониторинга**, так как МЭМОС использует минимум технических и людских ресурсов и является целевой системой, призванной решать конкретные задачи обработки, представления и анализа медицинских и экологических данных.

Функциональные возможности ГИС и их экономическая эффективность позволяют объединить в себе некоторые блоки системы социально-гигиенического мониторинга.

При этом ГИС МЭМОС дает возможность получения результатов в кратчайшие сроки в дружественном виде, что приводит к принятию соответствующими лицами эффективных решений в условиях больших неопределенностей, связанных с самыми сложными объектами исследований (население, компоненты среды), с одной стороны, а с другой стороны, результатом является получение достоверных результатов и их доступное, понятное представление для последующего принятия решений в жестко ограниченной финансовой и временной среде.

Система МЭМОС призвана также объединить усилия специалистов различного профиля из разных государственных структур, владеющих разнородной информацией (экологической, медицинской, социальной) для реализации главной задачи – оздоровления ОС и профилактики здоровья населения крупных мегаполисов.

Таким образом, ГИС реализует задачу в целях диагностики и обеспечения сохранности здоровья человека и ОС [12].

Влияние информационных технологий на человека и ОС носит двунаправленный характер. С одной стороны, информационные технологии – это один из наиболее перспективных инструментов сбора данных и научного познания, в том числе в медицине и экологии, с другой – это важный фактор, влияющий на здоровье человека и ОС.

Несмотря на эти препятствия, информационные технологии получают все более широкое распространение в сферах медицины и экологии. На данный момент разработаны общие принципы и структуры глобальных информационных систем, решающих проблемы охраны здоровья человека и ОС. Однако потенциал в данной области намного превышает наши возможности.

Необходимо решить, кто обладает достаточными административными и финансовыми ресурсами для реализации подобных систем. РАН обладает рядом преимуществ перед зарубежными организациями в силу своей централизованности, способствующей решению проблем начального этапа (стандартизация и структурирование информации). Однако это только стартовое преимущество. Вскоре после старта решающую роль начнут играть финансы и менеджмент проекта, а это не самые сильные наши стороны.

4.2.1. Особенности МЭМОС

Мировой опыт показывает, что первым шагом в решении экологических проблем является получение объективной информации о состоянии окружающей среды (ОС). Единственный возможный путь получения такой информации – мониторинг системы наблюдений, оценка и прогноз состояния природной среды.

При этом экологическая безопасность как составная часть национальной безопасности является обязательным условием устойчивого развития и выступает основой сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества ОС [10].

С этой целью была разработана Программа по снижению уровня загрязнения ОС и выработан комплекс мер по его стабилизации. Эта программа позволила:

- создать экономические механизмы стимулирования снижения загрязнения ОС, оптимизации разрешительной системы в области охраны ОС,
- провести научные исследования по состоянию окружающей природной среды и выработать рекомендации по ее стабилизации;
 - апробировать механизмы управления ОС;
 - улучшить проведение гидрометеорологического и экологического мониторинга;
 - расширить перечень и повысить качество и забла-

современность предоставленной гидрометеорологической и экологической информации.

Кроме того, были подготовлены предложения по информационному сопровождению охраны ОС на основе ГИС-технологий, создана информационная база данных экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, на основе которой разработан программный комплекс, ввод технологий в базу, механизмы управления базой, поиск нужных технологий и др. [12, 13].

Мониторинг предусматривает как регулярные систематические стандартные наблюдения за качеством ОС, так и специализированные исследования (обследования) территории, повторяемые периодически. Для ведения на мировом уровне систематического гидрометеорологического и экологического мониторинга текущего и перспективного состояния ОС, получения качественной и достаточной информации для обеспечения жизни населения, экономической и оборонной деятельности государства, а также для международного обмена требуется осуществить модернизацию национальной гидрометеорологической службы.

Полученные результаты позволяют уточнить основные целевые показатели устойчивого развития регионов, вести расчеты экономической и экологической емкости земель сельскохозяйственного назначения с рекомендациями для природопользователей по снижению темпа опустынивания и реабилитации нарушенных территорий, а также решать другие вопросы, которые касаются улучшения качества ОС, сохранения биоразнообразия, рационального использования и восстановления природных ресурсов [12].

При этом Программа должна предусматривать восстановление и развитие специализированного мониторинга качества ОС и природных ресурсов в порядке приоритетности проблем в регионах.

4.2.2. План мероприятий по реализации МЭМОС

Для получения качественной информации о состоянии ОС необходима реализация Плана мероприятий по следующим направлениям:

1. Проведение комплексных экологических исследований состояния ОС:

- сбор, анализ и систематизация экологической информации о состоянии компонентов ОС, природно-ресурсного потенциала, негативных природных и антропогенных процессов на территории с инвентаризацией существующих и потенциальных природных и техногенных источников загрязнения природной среды, с предварительным районированием по уровням загрязнения ОС с учетом различных факторов (химических, физических, радиационных);

- проведение ландшафтно-экологического и эколого-демографического районирования с выявлением видов и форм антропогенного воздействия на ландшафты сельскохозяйственного назначения с построением карт экологической напряженности;

- проведение полевых работ с отбором и анализом проб воздуха, почвы, поверхностных, подземных и питьевых вод, сельхозпродукции, проведение биотестирования почв городов, оценка воздействия основных загрязнителей на природные среды на основе анализа натуральных исследований;

- проведение анализа радиационной обстановки и воздействия физических факторов на основе сбора ретроспективной информации с выполнением необходимого комплекса натуральных исследований на территории бассейна;

- выполнение оценки воздействия транспортных потоков, состояния санитарно-защитных зон, водоохраных зон и полос, архитектурно-планировочной структуры городов, водно-зеленого каркаса, эффективности системы обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО);

- отслеживание потоков, скорости и объемов поступления и преобразования вредных веществ (ВВ) в ОС по возможным каналам их миграций, выявление участков депонирования (накопления) и возможность их влияния на живые организмы и человека с выделением на территориях экологически неблагоприятных зон с разработкой стратегического плана действий и плана приоритетных мероприятий по реабилитации ОС.

2. Обследование и оценка состояния здоровья населения на территории бассейнов для формирования медицинского блока экологического паспорта:

- проведение комплексного медицинского обследования репрезентативных групп населения поселков и городов;
- расширенный опрос (анкетирование) населения с целью выявления санитарно-гигиенических и социально-экономических условий проживания, образа жизни, занятости населения, отношения жителей к сложившейся экологической и социально-экономической ситуации и предполагаемые пути решения медико-экологических проблем;
- оценка состояния здоровья по данным официальной статистики на основании данных о заболеваемости, по обращаемости населения изучаемого региона, а также сведений об инфекционной заболеваемости, распространенности онкологической патологии, демографических данных (рождаемость, общая и младенческая смертность, материнская смертность, естественный прирост);
- ранжирование факторов, влияющих на состояние здоровья различных контингентов населения на основании сопряженного анализа результатов экологических исследований, углубленного медицинского осмотра, опроса населения, а также экологических, демографических и социально-экономических данных.

3. Разработка и составление паспортов территориальных единиц:

-
- разработка методологии составления, структуры и программного обеспечения паспортов речных бассейнов;
 - составление экологических паспортов сельских округов, районов, городов и речных бассейнов с оснащением оперативных частей паспортов необходимым программным обеспечением (ПО).

4. Введение экологических паспортов в действие:

- формирование структуры управления ведения паспорта (создание Информационно-аналитических центров по сбору и обобщению экологической информации по речным бассейнам) для подготовки управленческих решений по улучшению ОС и здоровью населения;
- разработка и создание системы мониторинга изменений ОС для ведения экологического паспорта.

5. Проведение организационно-просветительской работы среди населения:

- организация информационно-просветительской работы среди населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждый современный человек обязан знать мир опасностей, который реально существует и является постоянным спутником нашей жизни. Он должен понимать, что современный мир опасностей во многом рукотворен и, к сожалению, негативно влияет на здоровье людей, природу и состояние техносферы.

При этом уровни материального, социального и морального ущерба, обусловленных воздействием опасностей, огромны. Они непрерывно нарастают во многом из-за техногенных и антропогенных опасностей, обусловленных развитием техники, ростом численности населения Земли и его урбанизацией.

Для ограничения и снижения негативного влияния опасностей на нашу жизнь и природу человек обязан владеть основами культуры безопасности жизнедеятельности и бережного отношения к природе.

Рассмотрение на перспективу состояния системы «человек – среда обитания» во многом приводит к представлению о том, что человек постепенно теряет свое взаимодействие с природой и все более интенсивно контактирует с созданной им техносферой. Вступая в единство с техносферой, человек неизбежно адаптируется в этой среде [12].

Уходя от естественных опасных напряжений, человек подвергает себя более высоким техногенным опасностям, все более высокой становится и цена антропогенных ошибок. В этой ситуации значимость проблем достижения безопасности людей в жизненном пространстве существенно возрастает.

При этом следует признать, что мы уже давно живем в цифровом мире. Производство стремительно автоматизируется, компьютеры управляют самыми различными технологическими процессами промышленного и сельскохозяйственного производства. Поэтому современная цифровая инфраструктура, которая является грандиозной и невероятно сложной, требует тщательной и надежной защиты.

Информационная безопасность теперь не менее важна, чем экономическая, военная, продовольственная и любая другая [14].

Возрастающая роль информационной безопасности в сфере геоинформатики обуславливает необходимость расширения научных исследований не только в рамках информационной безопасности ГИС, но и в области ее инфраструктуры.

Поэтому важной народнохозяйственной задачей является исследование организационно-технологических особенностей обеспечения информационной безопасности ГИС и ее информационной инфраструктуры, позволяющей повысить защищенность информационной инфраструктуры ГИС от внешних и внутренних угроз.

Таким образом, настоящее учебное пособие освещает основной круг вопросов и проблем, отражающих такую тематику, как:

- особенности и специфика геологической среды;
- многоаспектность геоинформационных систем;
- обеспечение информационной безопасности инфраструктуры ГИС;
- применение ГИС в народном хозяйстве.

Приведенные выше разделы являются одним из возможных вариантов приобщения студентов к изучению ряда конкретных дисциплин. Авторы надеются, что данное учебное пособие окажется полезным и поможет студентам и специалистам понять суть современных методов анализа и управления информационной безопасностью и исследования геоинформационных систем и технологий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Тема 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА

1. Дайте определение понятиям «геоэкосистема» и «геоэкология».
2. Что такое геологическая среда?
3. Что подразумевается под природно-антропогенными системами
4. В результате чего возникает геоэкологический риск?
5. Раскройте значение геоэкологии для человека и общества.

Тема 2. ПОНЯТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

1. Раскройте понятие «геоинформационные системы».
2. Перечислите функциональные компоненты информационной системы.
3. Информационные и геоинформационные системы, в чем заключается разница?
4. Какие существуют информационные системы?
5. Опишите структуру ГИС. Перечислите составляющие ГИС.
6. Назовите, какие модели представления данных используют современные ГИС.
7. В чем различие растровой модели от векторной?
8. Охарактеризуйте особенности пространственного метода анализа.
9. Перечислите и прокомментируйте примеры использования ГИС.

Тема 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГИС

1. Перечислите основные понятия теории информационной безопасности.
2. Перечислите термины, связанные с информационной безопасностью, раскройте перечисленные понятия.

3. Перечислите принципы информационной безопасности.

4. Понятие национальной безопасности.

5. Перечислите особенности информации как объекта познания.

6. Охарактеризуйте жизненный цикл информации, перечислите этапы.

7. Защита информации в автоматизированных информационных системах: лицензирование, сертификация, защита прав на доступ к информации. Раскройте понятия.

8. Перечислите методы защиты информации.

9. Охарактеризуйте организационные и аппаратно-программные методы защиты.

10. Раскройте понятие DLP-системы.

Тема 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1. Где и каким образом используются геоинформационные системы?

2. Особенности использования ГИС в экологии.

3. Особенности использования ГИС в природопользовании.

4. В чем заключается цель и задачи Проекта МЭОС.

5. Перечислите и охарактеризуйте особенности МЭОС.

6. Раскройте этапы плана мероприятий по реализации МЭОС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Блиновская Я. Ю., Задоя Д. С.** Введение в геоинформационные системы. 2-е изд. М. : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 112 с.

2. **Бочарников В. Н., Блиновская Я. Ю.** Геоинформационные системы в природопользовании. Владивосток : Морской государственный университет им. адмирала Г. И. Невельского, 2009. 179 с. EDN: QTZTRN.

3. Защита информации в ГИС / С. В. Булгаков, А. В. Ковальчук, В. Я. Цветков, С. В. Шайтура. М. : МГТУ им. Баумана, 2007. 183 с. EDN: RQIMQZ.

4. **Васильков А. В.** Безопасность и управление доступом в информационных системах. М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013. 368 с.

5. **Вострецова Е. В.** Основы информационной безопасности / учебное пособие для студентов вузов. Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2019. 204 с. EDN: TBHRSS.

6. Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве, природообустройстве и защите окружающей среды: Материалы Всероссийской н.-п. конференции молодых ученых / Под ред. В. В. Афолина. Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. 153 с.

7. **Журкин И. Г., Шайтура С. В.** Геоинформационные системы: Учебное пособие. М. : КУДИЦ-пресс, 2009. 272 с. EDN: OTRRRL.

8. **Карапетян М. А., Пряхин В. Н.** Методы и средства защиты промышленных и сельскохозяйственных объектов: Учебное пособие. М. : Спутник +, 2021. 124 с. EDN: РКККЕQ.

9. **Ласточкин А. Н.** Геоэкология ландшафта (геоэкологические исследования окружающей среды на геотопологической основе). СПб. : Санкт-Петербургский университет. 1995. 280 с.

10. **Пряхин В. Н., Ильичев В. Д., Козлов Ю. В.** Экологическая безопасность и природопользование: Учебное пособие для вузов / Под ред. В. Н. Пряхина. М. : МОАЭБП, 2008. 168 с.

11. **Пряхин В. Н., Карапетян М. А., Мочунова Н. А.** Техногенная и экологическая безопасность на объектах АПК: Учебное пособие. М. : ООО «Мегаполис», 2018. 117 с. EDN: MFKEQH.

12. **Пряхин В. Н.** Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций. М. : ООО «Мегаполис», 2019. 115 с. EDN: GBOCDL.

13. **Пряхин В. Н., Карапетян М. А., Крюков Ю. А.** Совершенствование технических средств и технологических процессов сельскохозяйственного производства: Монография. М. : Спутник +, 2021. 258 с. EDN: LNTUZK.

14. **Розенберг И. Н., Булгаков С. В.** Проектная модель информационной безопасности ГИС // Вестник Московской области педагогического университета. 2010. № 2. С. 110–113. EDN: NCQXPP.

15. **Судо М. М.** Геоэкология: Учебное пособие. М. : Изд-во МНЭПУ, 1999. 116 с.

16. **Ципилева Т. А.** Геоинформационные системы: Учебное пособие. Томск : Изд-во ТМЦДО, 2004. 163 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

П.1. Список принятых сокращений

АИС – автоматизированная информационная система.

АСИС – аналитическая справочно-информационная система.

АЭС – атомная электростанция.

ГИС – географическая информационная система.

ИБ – информационная безопасность.

ИИ – информационная инфраструктура.

ИС – информационная система.

ЛПР – лицо, принимающее решение.

МЭМОС – система медико-эпидемиологического мониторинга окружающей среды.

ОО – объект охраны.

ОС – окружающая среда.

ОПГ – организованная преступная группировка.

ОПС – окружающая природная среда.

ОПФ – организованное преступное формирование.

САПР – система автоматизированного проектирования.

СМИ – средства массовой информации.

СОД – система обработки данных.

СУБД – система упорядочения баз данных.

ЧПУ – числовое программное управление.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЭВМ – электронная вычислительная машина.

ЭЦП – электронно-цифровая подпись.

П.2. Преимущества геоинформационных технологий:

- Получение объективной и актуальной информации о территории.
- Упрощение и удешевление доступа к данным.
- Разработка инновационных, высокотехнологичных решений.

- Создание комплексных продуктов, решающих конкретные задачи и помогающих принимать решения.
- Обеспечение развития и процветания государства, его граждан и бизнес-сферы.

П.3. Геоинформационные технологии в нашей жизни

Геоинформационные технологии активно внедрились в нашу обыденную жизнь. Настолько, что порой мы их даже не замечаем:

- автомобильные навигаторы;
- тематические туристические карты;
- карты метро;
- трекеры маршрутов;
- рекомендательные сервисы, основанные на местоположении;
- метеорологические сервисы.

Умное земледелие – инструменты и технологии «интеллектуального» сельского хозяйства, включающие принципы автоматизации и роботизации производства:

- отследить изменение вегетационных индексов;
- узнать информацию о сельскохозяйственном поле;
- актуальные спутниковые снимки;
- поможет определить норму удобрений;
- точный прогноз погоды.

Космос Агро

Использование сервиса Космос Агро позволяет:

- оперативно контролировать состояние посевов;
- обеспечить стабильность производства;
- непрерывный мониторинг состояния и использования сельскохозяйственных угодий;
- получить точные данные о границах и площади полей;
- оперативно выявлять наличие стихийных бедствий;
- получать значения вегетационных индексов;
- оценивать динамику развития посевов;
- и т. д.

Системы безопасности на основе местоположения человека:

- определение местоположения персонала, транспорта.
- оповещения и поиска людей.
- применение элементов навигации при выводе людей из аварийных зон;
- оперативный контроль соответствия технологических процессов;
- и т. д.

П.4. Сферы защиты ИБ

В соответствии с действующей в России Доктриной ИБ выделяются следующие сферы защиты;

Экономическая. Деятельность предприятий и компаний, рынок ценных бумаг, финансовый и кредитный сектор.

Сфера технологии, науки, образования.

Внутриполитическая. Сфера, которая охватывает интересы России в международных отношениях и имидж страны на международном уровне.

Правоохранительная и судебная сфера.

Духовная. Охватывает вопросы деятельности религиозных организаций на территории РФ.

Обеспечение эффективной ИБ в этих сферах направлено на поддержание полноценной деятельности государства и государственных органов, нацелено на защиту интересов системообразующих организаций и предприятий, а также других компаний. Кроме того, ИБ во включенных в доктрину сферах защиты, предотвращает внешнее и внутреннее деструктивное воздействие на сознание граждан.

П.5. Эволюция ИТ-инфраструктуры и инженерных систем

Компании нацелены на улучшение своих **бизне-про-**

цессов, ускорение вывода на рынок новых продуктов и услуг, чтобы лучше и быстрее удовлетворять спрос со стороны заказчиков. Кроме того, бизнес стремится обеспечить персонализированный опыт для своих клиентов. В приоритете также увеличение продуктивности сотрудников, которые подключаются к корпоративной **ИТ-инфраструктуре** для повседневной работы.

Все это требует наличия гибкого и масштабируемого корпоративного **ИТ-ландшафта**, качественных **ИТ-сервисов**, помогающих быстро реагировать на внешние и внутренние изменения и при этом удобных для пользователей. В последний год на фоне пандемии компании столкнулись с дополнительным вызовом – поддерживать непрерывность бизнеса и развиваться в условиях массового перехода на удаленную работу и перевода некоторых процессов в онлайн-среду. Это также влечет необходимость серьезных изменений на уровне **ИКТ-инфраструктуры** и сервисов.

Бизнес-приоритеты и новые вызовы подталкивают компании к созданию новых динамичных ИТ-сред. Они, в зависимости от специфики бизнеса, построены с учетом роста объемов трафика с мобильных пользовательских устройств, роста числа подключенных к сети устройств 1oT (интернета вещей). В них широко задействованы **облачные технологии** и особое внимание уделяется **информационной безопасности (ИБ)**.

П.6. Информационная безопасность: новые риски и технологии

Цифровизация значительно увеличивает риск киберпреступлений. Сегодня **кибератаки** входят в топ-5 списка глобальных угроз наравне с эпидемиями и проблемой с климатом. Каждые 14 секунд в мире происходит атака **хакеров**.

Только за 2019 год более 40 млрд записей (конфиденциальных данных) попали в сеть – сообщают в компании

«Онланта». В 2020 году в связи с пандемией эти показатели выросли: более 57 % компаний сделали обеспечение **кибербезопасности** одним из стратегических приоритетов компаний.

В связи с пандемией изменился и ландшафт угроз. Злоумышленники перенесли фокус с **малого бизнеса** на крупные корпорации, государственные компании и **критическую инфраструктуру**. Например, недавно крупнейший оператор морских перевозок Maersk подвергся кибератаке. Предприятие остановилось на 10 дней, а потери составили 250 млн долл.

В связи с удаленкой сотрудники зачастую используют домашние устройства и приложения, которые не контролируют корпоративные службы безопасности. При этом, согласно исследованию «Альфа Страхования», лишь 27 % персонала обладают достаточной информационной грамотностью, чтобы не допустить утечек со своих ПК.

При этом традиционных подходов для защиты уже недостаточно – крупные заказчики используют с этой целью иногда более сотни программ.

П.7. Основные виды информации как объекты обеспечения безопасности

Объектом публичных, гражданских и иных правовых отношений может быть информация как особого рода социальное благо.

В этом качестве информация характеризуется следующим:

- форма существования – сведения, сообщения, данные;
- отражаемая область социальной действительности (область использования – частная жизнь, коммерческая деятельность, профессиональная деятельность, правоприменение, управление государством и осуществление местного самоуправления, политическая, научно-техническая и иные сферы;

- носитель информации – бумажный или электромагнитный;
- степень свободы использования – общедоступная информация, в том числе информация, составляющая национальное достояние, и информация, не являющаяся общедоступной;
- ограниченный доступ;
- форма представления информации – документированная и не документированная;
- степень доверия – достоверная и недостоверная информация.

Информация существует в формах сведений, сообщений и данных и в этих формах является объектом различных групп правоотношений.

П.8. Понятие об инфраструктуре

Инфраструктура

- 1) совокупность объектов, обеспечивающих функционирование системы;
- 2) комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур или объектов, составляющих и обеспечивающих основу функционирования системы;
- 3) совокупность предприятий, учреждений, систем управления, связи и т. п., обеспечивающая деятельность общества или какой-либо сферы.

Инфраструктура города – это система инженерных, дорожно-транспортных, социальных, финансовых и других коммуникаций, обеспечивающих эффективное социально-экономическое развитие города и наиболее полную реализацию прав населения, проживающего на ее территории.

Инфраструктура города в самом общем виде может быть определена как система коммуникаций, обеспечивающих функционирование городского хозяйства, его прогрессивное инновационное развитие и реализацию прав городского населения.

Инфраструктура предприятия – это состав подразделений и служб, основная задача которых – обеспечение нормального функционирования (без перерывов и остановок) основного производства и всех сфер деятельности предприятия.

П.9. Концепция обеспечения безопасности объектов

Рассмотрим основные направления деятельности по обеспечению безопасности объектов охраны (ОО), привлекательных для преступников с различных точек зрения. При этом преступные посягательства могут преследовать различные цели, например:

- кражи материальных или информационных ценностей;
- имеющие в своей основе террористические действия, направленные на решение политических или грабительских задач.

Таковыми примерами могут служить:

- разрушение объекта (вывод его из строя);
- захват управления функционированием объекта (например, если это объекты радиовещания, телевидения, связи, то захват осуществляется для решения задач дезинформации, пропаганды, информационной блокады населения);
- информационная разведка;
- ограбление;
- внедрение членов организованных преступных формирований (ОФП) или групп (ОПГ) в управленческих структурах и т. д.

Актуальность системного решения проблем и задач охранной деятельности особенно возросла в последние годы, что диктуется многими факторами, например:

- в современных условиях становления новых общественных, экономических, политических, производственных и иных отношений при недостатке механизмов их правового регулирования происходит закономерный взрыв криминальной обстановки;

- преступные действия организованных структур, направленные на захват и ограбление учреждений, на получение конфиденциальной (секретной) информации о деятельности предприятий и т. д., все в большей степени подготавливаются как глубоко продуманные, технически хорошо оснащенные, смоделированные на достаточно высоком интеллектуальном и психологическом уровне акции;
- по данным экспертов, подготовка и проведение преступных акций в большинстве случаев осуществляются на высоком профессиональном уровне, характеризуются системным решением (в том числе и в плане сокрытия следов) и часто отличаются жестокостью исполнения.

Исходя из вышесказанного, разработчики системной концепции обеспечения безопасности объектов в максимальной степени должны усиливать мировой и отечественный опыт, касающийся всей многогранной деятельности, организуемой по защите объектов.

П.10. Основные принципы предупреждения ЧС природного и техногенного характера

Предупреждение ЧС – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба ОПС и материальных потерь в случае их возникновения.

Определены **основные направления предупреждения ЧС**, уменьшения потерь и ущерба от них:

- мониторинг ОПС и состояния объектов народного хозяйства;
- прогнозирование ЧС природного и техногенного характера и оценка их риска;
- рациональное размещение производительных сил по территории страны с точки зрения природной и техногенной безопасности;

- предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- разработка и осуществление технологических мер по снижению возможных потерь и ущерба от ЧС на конкретных объектах и территориях;
- подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС;
- разработка и участие в специальных мероприятиях по предупреждению террористических и диверсионных актов и их последствий;
- декларирование промышленной безопасности и лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности;
- проведение государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС;
- проведение государственного надзора и контроля по вопросам природной и техногенной безопасности;
- страхование природных и техногенных рисков;
- информирование населения о потенциальных природных угрозах на территории проживания.

Учебное издание

Пряхин Вадим Николаевич
Карапетян Мартик Аршалуйсович

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции
Оригинал-макет *Светлана Должикова*
Дизайн обложки *Роман Бурак*

Подписано в печать 07.04.2025. Формат 60×90/16
Усл.-печ. л. 5,94. Тираж 500 экз. Заказ № 13

ООО «УМЦ «Триада»
Тел.: 8 (495) 643-28-71
127550, Москва, ул. Прянишникова, д. 23А

Отпечатано в ПАО «Т8 Издательские Технологии»
Тел.: +7 (499) 322-38-31
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5