

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Институт дополнительного образования

«Утверждаю»

Проректор по непрерывному
профессиональному образованию
Тамбовского государственного
университета имени Г.Р. Державина

И.В. Аверина

« 6 » ноября 2020 г.



**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации**

Вид профессиональной деятельности: деятельность по обеспечению актуальной и достоверной информации социально-экономического, экологического, географического характера.

Наименование программы: «Геоинформационные технологии и дистанционное зондирование Земли»

Документ о квалификации: удостоверение о повышении квалификации установленного образца

Объем: 36 часов

Тамбов – 2020

Составители программы: Киреев Артем Александрович, директор «Центр компетенций в сфере применения беспилотных авиационных систем ТГУ имени Г.Р. Державина»; Краюхин Александр Владимирович, научный сотрудник «Центр компетенций в сфере применения беспилотных авиационных систем ТГУ имени Г.Р. Державина»

Рецензент: Д.В. Рыбаков, директор Технопарка «Державинский»
Дополнительная профессиональная программа утверждена на заседании Ученого совета института математики, физики и информационных технологий « ___ » _____ 2020 года.

I. Общая характеристика программы:

1.1. Нормативные правовые основания разработки программы

Нормативную основу разработки программы составляют:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»
3. Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификаций в целях разработки проектов профессиональных стандартов»
4. Федеральный закон РФ от 27.07.2006 г. №152-ФЗ (ред. от 21.07.2014 г.) «О персональных данных» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2015 г.)
5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. №499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»

Программа разработана с учетом профессионального стандарта "Специалист в области инженерно-геодезических изысканий", утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2018 года N 841н.

1.2. Требования к слушателям: программа реализуется на базе высшего образования (уровень квалификации – бакалавриат, магистратура, специалитет).

1.3. Формы освоения программы: очно-заочная (11 часов - мастер-класс (видео), 11 часов - консультация преподавателя, 13 часов - самостоятельная работа, 1 час – итоговое тестирование).

1.4. Цель и планируемые результаты обучения:

Целью освоения программы является формирование профессиональных знаний и навыков у слушателей в области теории и практики, техники и технологии беспилотной аэрофотосъемки, навыков работы с данными дистанционного зондирования Земли, с космическими снимками. Изучение основ ДЗЗ, возможностей космических аппаратов, умение работать с источниками космоснимков, ГИС приложениями. Приобретение навыков работы с ГИС-программой «Quantum GIS».

Программа направлена на формирование компетенций, целостных знаний, отражающих современный уровень автоматизированных систем сбора и обработки данных; основных направлений в развитии методов обработки данных с космических аппаратов, полученных различными спутниками. Обеспечить обучающихся теоретическими знаниями и практическими навыками работы с инструментальными оболочками геоинформационных систем на примере программы «Quantum GIS».

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции/ трудовые функции (при наличии профстандарта)/ трудовые или профессиональные действия	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Знания и умения, необходимые для формирования трудового действия / компетенции
---	---	--

<p>Составление программ угловых наблюдений и линейных измерений на точке (геодезическом пункте) при развитии плановых геодезических сетей наземными методами</p> <p>Выбор программных продуктов для обработки результатов инженерно-геодезических работ.</p> <p>Уравнивание пространственных координат отдельных пунктов и пунктов опорных геодезических сетей, полученных</p>	<p>ПК-10 -способность использовать знания современных технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ</p>	<p>Знать перспективные направления получения и обработки аэро- и космической видеоинформации при выполнении специализированных изысканий, проектных работ, наблюдений за состоянием земель и природной среды. Уметь выполнять комплекс фотограмметрических преобразований снимков для получения специальной метрической информации; выполнять специальные виды дешифрирования. Владеть навыками использования различных материалов аэро- и космических съёмок при землеустроительных проектных и кадастровых работах теоретическими и практическими решениями оптимизации выбора материалов съёмок для выполнения конкретных работ.</p>
--	--	---

с использованием спутниковой аппаратуры		
---	--	--

1.5. Трудоемкость программы: 36 часов (11 часов - мастер-класс (видео), 11 часов - консультация преподавателя, 13 часов - самостоятельная работа, 1 час – итоговое тестирование).

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/ п	Наименован ие учебных тем	Формы промежуто чной аттестации	Обязательн ые учебные занятия		Самостоятельная работа обучающегося		Всег о (часо в)
			Всег о (часо в)	в т. ч. лаб.и практ занят ия (часо в)	Всег о (час ов	в т. ч. консультаци й при выполнении самостоятел ьной работы (часов)	
Модуль 1. Данные дистанционного зондирования Земли							
1.	Дистанционное зондирование	-	2				2
2.	Радарная съемка. Аэрофотоснимки.Цифровые ортофотоснимки	-	2				2
3.	Беспилотные летательные аппараты		2				2

4.	Основные направления применения технологии дистанционного зондирования Земли		2				2
Модуль 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров							
1.	Использование ДДЗЗ при ведении кадастровых и землеустроительных работ		2		2		4
2.	Использование ДДЗЗ в лесном кадастре. Использование ДДЗЗ в кадастре недр		2		2		4
3.	Использование ДДЗЗ в градостроительном кадастре		1		1		2
4.	Использование ДДЗЗ в рекреационном кадастре		1		1		2
Модуль 3. Мониторинг территории с использованием ДДЗЗ							
1.	Организационные и		1		1		2

	нормативно-правовое обеспечение ДДЗЗ в России. Роль ДДЗЗ в государственном топографическом мониторинге территории РФ						
2.	Применение ДДЗЗ в мониторинге состояния ОПС		1		1	2	
3.	Использование ДДЗЗ при мониторинге геопространства чрезвычайной ситуации		1		1	2	
4.	Геоинформационное обеспечение для управления кризисными ситуациями		2		2	4	
5.	Технология геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов ТПТК		1		1	2	
6.	Автоматизированные системы поддержки принятия решения		1		1	2	
Итоговая аттестация			2	0	0	0	2
Всего по программе:			23		13		36

III. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Наименование учебного модуля, темы	Учебные недели						
	Объем нагрузки	1					
		1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день
Модуль 1. Данные дистанционного зондирования Земли	8	8					
Модуль 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров	12		6	6			
Модуль 3. Мониторинг территории с использованием ДДЗЗ	14				7	7	
Итоговая аттестация	2						2

IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов
1	2		3
Модуль 1.	Содержание учебного	Уровень	8

Данные дистанционного зондирования Земли	материала		освоения	
	1.	Дистанционное зондирование	ознакомительны й	2
	2.	Радарная съемка. Аэрофотоснимки.Цифровые ортофотоснимки	ознакомительны й	2
	3.	Беспилотные летательные аппараты	ознакомительны й	2
	4.	Основные направления применения технологии дистанционного зондирования Земли	ознакомительны й	2
	Информационные (лекционные) занятия			5
Самостоятельная работа обучающихся				
Модуль 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров	Содержание учебного материала		Уровень освоения	12
	1.	Использование ДДЗЗ при ведении кадастровых и землеустроительных работ	продуктивный	4
	2.	Использование ДДЗЗ в лесном кадастре. Использование ДДЗЗ в кадастре недр	продуктивный	4
	3.	Использование ДДЗЗ в градостроительном кадастре	продуктивный	2
	4.	Использование ДДЗЗ в рекреационном кадастре	продуктивный	2
	Информационные (лекционные) занятия			6
	Самостоятельная работа обучающихся			6
Модуль 3. Мониторинг территории с использованием	Содержание учебного материала		Уровень освоения	14
	1.	Организационное и нормативно-правовое обеспечение ДДЗЗ в России.	продуктивный	2

ДДЗЗ		Роль ДДЗЗ в государственном топографическом мониторинге территории РФ		
	2.	Применение ДДЗЗ в мониторинге состояния ОПС	продуктивный	2
	3.	Использование ДДЗЗ при мониторинге геопространства чрезвычайной ситуации	продуктивный	2
	4.	Геоинформационное обеспечение для управления кризисными ситуациями	продуктивный	4
	5.	Технология геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов ТПТК	продуктивный	2
	6.	Автоматизированные системы поддержки принятия решения	продуктивный	2
	Информационные (лекционные) занятия			7
	Самостоятельная работа обучающихся			7
Итоговая аттестация				2
Всего:				36

V. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

Модуль 1. Данные дистанционного зондирования Земли

Цели и задачи модуля: сформировать/углубить у слушателей представление о дистанционном зондировании Земли

Наименование модуля		Объем часов
Модуль 1. Данные дистанционного зондирования Земли		4 (Л)
Содержание учебного материала		
1.	Дистанционное зондирование	

2.	Радарная съемка. Аэрофотоснимки. Цифровые ортофотоснимки	
3.	Беспилотные летательные аппараты	
4.	Основные направления применения технологии дистанционного зондирования Земли	
Информационные (лекционные) занятия		
Самостоятельная работа обучающихся		

Требования к уровню освоения содержания модуля: слушатель должен знать основные понятия в сфере ДЗЗ, базовые компоненты БПЛА, направление применения данных ДЗЗ.

Модуль 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров

Цели и задачи модуля: научить слушателя применять программу «Quantum GIS» для построения границ кадастра, понимать применяемость ДДЗЗ в кадастре

Наименование модуля		Объем часов
Модуль 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров		6 (л)
1.	Использование ДДЗЗ при ведении кадастровых и землеустроительных работ	
2.	Использование ДДЗЗ в лесном кадастре. Использование ДДЗЗ в кадастре недр	
3.	Использование ДДЗЗ в градостроительном кадастре	
4.	Использование ДДЗЗ в рекреационном кадастре	
Информационные (лекционные) занятия		
Самостоятельная работа обучающихся		6

Требования к уровню освоения содержания модуля: слушатель должен знать, как могут быть полезны данные дистанционного зондирования Земли при составлении кадастра той или иной территории

Модуль 3. Мониторинг территории с использованием ДДЗЗ

Цели и задачи модуля: научить слушателя мониторингу поверхности Земли, правильно дешифровать данные, полученные с помощью ДЗЗ

Наименование модуля		Объем часов
Модуль 3. Мониторинг территории с использованием ДДЗЗ		7
1.	Организационное и нормативно-правовое обеспечение ДДЗЗ в России. Роль ДДЗЗ в государственном топографическом мониторинге территории РФ	
2.	Применение ДДЗЗ в мониторинге состояния ОПС	
3.	Использование ДДЗЗ при мониторинге геопространства чрезвычайной ситуации	
4.	Геоинформационное обеспечение для управления кризисными ситуациями	
5.	Технология геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов ТПТК	
6.	Автоматизированные системы поддержки принятия решения	
Информационные (лекционные) занятия		
Самостоятельная работа обучающихся		7

Требования к уровню освоения содержания модуля: слушатель должен знать каким образом осуществлять мониторинг поверхности Земли, правильно применять данные ДЗЗ на практике

VI. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Итоговая аттестация по программе проводится в форме зачета в виде теста.

Типовые вопросы зачета

1. Что такое дистанционное зондирование Земли?
2. Назовите сферы применения беспилотных летательных аппаратов.
3. Преимущества радарной съёмки.
4. Назовите методы сбора геоданных.
5. К какому виду разрешения относят снимки, полученные с помощью БПЛА?
6. Содержание термина «географические информационные системы».
7. Каковы требования, предъявляемые к данным ДЗЗ при решении различных прикладных задач?
8. По какому индексу определяют озеленение территории?
9. Являются ли данные ДЗЗ в мониторинге состояния природной среды главной и определяющей информацией?
10. Какие существуют основные проблемы космических аппаратов при производстве снимков Земли?

Критерии оценки зачета

оценка	компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ПК-10	Слушатель показывает не только высокий уровень теоретических знаний по дисциплине, но и прослеживает междисциплинарные связи. Умеет увязывать знания, полученные при изучении различных дисциплин, анализировать практические ситуации, принимать соответствующие

		решения. Ответ, построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«хорошо»	ПК-10	Слушатель показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, методами оценки принятия решений, имеет представление о междисциплинарных связях, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений.
«удовлетворительно»	ПК-10	Слушатель показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при анализе междисциплинарных связей. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются

		недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает не достаточно глубокие знания.
«неудовлетворительно»	ПК-10	Слушатель показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

VII. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Наименование аудиторий, кабинетов	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория с возможностью группировки рабочих мест	Лекции, практические занятия	Компьютер, вебкамера
Учебная аудитория для групповой работы	Практические занятия	Компьютер, вебкамера

7.2. Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы:

<https://www.sentinel-hub.com/>

<https://qgis.org/ru/site/>

<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>

<http://www.ntsomz.ru/>

7.3 Основные источники:

1. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
2. Гарбук, С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С.В. Гарбук, В. Е. Гершензон. – М. : Издательство «А и Б», 1997. – 296с.
3. В.М. Владимиров, Д.Д. Дмитриев, О.А. Дубровская Дистанционное зондирование Земли.
5. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
6. <http://www.geoprofi.ru> – Электронный журнал по геодезии, картографии и навигации.

7.4 Материально-технические условия реализации программы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска). Программное обеспечение: ОС «АльтОбразование», LibreOffice, Microsoft Windows 10, Microsoft Office Professional.

7.5 Методические рекомендации по реализации программы

1. Зольников, Иван Дмитриевич. Основы использования технологий ГИС и ДЗ при решении типовых задач геологии и геоэкологии : учебное пособие : [для студентов 2, 3 и 5 курсов ГГФ НГУ] / И.Д. Зольников, В.А. Лямина, Н.В. Глушкова ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Геол.-геофиз. фак., Каф. общей и регион. геологии .— Новосибирск : Редакционно-издательский центр НГУ, 2011 2. Тикунов В.С. Геоинформатика. М.: издательский дом Академия, 2010. – 400 с.

Лекция 1. Дистанционное зондирование

1. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры.

Методы зондирования могут быть пассивные, то есть использующие естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активные — использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на КА используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующее электромагнитное излучение в различных диапазонах. то есть не зависящие от облачности

Дистанционное зондирование является методом получения информации об объекте или явлении без непосредственного физического контакта с данным объектом. Дистанционное зондирование является подразделом географии. В современном понимании, термин в основном относится к технологиям воздушного или космического зондирования местности с целью обнаружения, классификации и анализа объектов земной поверхности, а также атмосферы и океана, при помощи распространяемых сигналов (например, электромагнитной радиации). Разделяют на активное

(сигнал сначала излучается самолётом или космическим спутником) и пассивное дистанционное зондирование (регистрируется только сигнал других источников, например, солнечный свет).

Пассивные сенсоры дистанционного зондирования регистрируют сигнал, излучаемый или отраженный объектом либо прилегающей территорией. Отраженный солнечный свет — наиболее часто используемый источник излучения, регистрируемый пассивными сенсорами. Примерами пассивного дистанционного зондирования являются цифровая и пленочная фотография, применение инфракрасных, приборов с зарядовой связью и радиометров

Прибор с зарядовой связью или сокращ ПЗС (англ. *CCD, charge-coupled device*) — общее обозначение класса полупроводниковых приборов, в которых применяется технология управляемого переноса заряда в объеме полупроводника.

Радиометр — общее название ряда приборов, предназначенных для измерения энергетических характеристик того или иного излучения используя его тепловое действие:

- оптический радиометр (болометр) — прибор для измерения потока световой энергии, основанный на тепловом действии света;
 - акустический радиометр — прибор для измерения звукового давления;
 - прибор для измерения счётных характеристик ионизирующего излучения — плотности потока, потока, активности, и др. (см. также Дозиметр);
 - приёмник радиотелескопа.
1. Источник ЭМ энергии (в большинстве случаев это Солнце, однако есть и другие варианты: собственное тепловое излучения Земли или микроволновое излучения, которое испускает сам спутник)
 2. Прохождение ЭМ энергии через атмосферу (пока излучение проходит через среду, оно рассеивается, поглощается и претерпевает другие изменение)
 3. Взаимодействие с объектом зондирования (поглощение или отражение ЭМ волн)

4. Запись ЭМ энергии датчиком, установленным на платформе (в данном случае — на спутнике)
5. Передача данных ДЗЗ на приёмную станцию и первичная обработка этих данных
6. Интерпретация и анализ данных в специальном программном обеспечении
7. Применение результатов анализа для решения стоящих задач

Активные приборы, в свою очередь, излучают сигнал с целью сканирования объекта и пространства, после чего сенсор имеет возможность обнаружить и измерить излучение, отраженное или образованное путём обратного рассеивания целью зондирования. Примерами активных сенсоров дистанционного зондирования являются радар и лидар, которыми измеряется задержка во времени между излучением и регистрацией возвращенного сигнала, таким образом определяя размещение, скорость и направление движения объекта.

Дистанционное зондирование предоставляет возможность получать данные об опасных, труднодоступных и быстродвижущихся объектах, а также позволяет проводить наблюдения на обширных участках местности. Примерами применения дистанционного зондирования может быть мониторинг вырубки лесов (например, в бассейне Амазонки), состояния ледников в Арктике и Антарктике, измерение глубины океана с помощью лота. Дистанционное зондирование также приходит на замену дорогостоящим и сравнительно медленным методам сбора информации с поверхности Земли, одновременно гарантируя невмешательство человека в природные процессы на наблюдаемых территориях или объектах.

При помощи орбитальных космических аппаратов ученые имеют возможность собирать и передавать данные в различных диапазонах электромагнитного спектра, которые, в сочетании с более масштабными воздушными и наземными измерениями и анализом, обеспечивают необходимый спектр данных для мониторинга актуальных явлений и тенденций, таких как Эль-Ниньо и другие природные феномены, как в кратко-, так и в долгосрочной перспективе. Дистанционное зондирование также имеет прикладное значение в сфере геонаук (к примеру, природопользование), сельском хозяйстве (использование и сохранение природных ресурсов), национальной безопасности (мониторинг приграничных областей).

Эль-Ниньо (исп. El Niño — «малыш, мальчик»), или Южная осцилляция (исп. El Niño-Oscilación del Sur) — колебание температуры поверхностного слоя воды в экваториальной части Тихого океана, оказывающее заметное влияние на климат.

В более узком смысле Эль-Ниньо — фаза Южной осцилляции, в которой область нагретых приповерхностных вод смещается к востоку. При этом ослабевают или вообще прекращаются пассаты, замедляется апвеллинг в восточной части Тихого океана, у берегов Перу. Противоположная фаза осцилляции называется Ла-Нинья (исп. La Niña — «малышка, девочка»).

Рынок дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) считается одним из самых быстрорастущих в мире. Новые компании, технологии, услуги и сервисы появляются каждый год. Большие перспективы связаны с использованием беспилотных аппаратов, лидаров, микроспутников

Основная цель мультиспектральных исследований и анализа полученных данных — это объекты и территории, излучающие энергию, что позволяет выделять их на фоне окружающей среды.

Как правило, лучшим временем для получения данных методами дистанционного зондирования является летнее время (в частности, в эти месяцы наибольший угол солнца над горизонтом и наибольшая длительность дня). Исключением из этого правила является получение данных с помощью активных датчиков (например, Радар, Лидар), а также тепловых данных в длинноволновом диапазоне. В тепловидении, при котором датчики проводят измерения тепловой энергии, лучше использовать промежуток времени, когда разница температуры земли и температуры воздуха наибольшая. Таким образом, лучшее время для этих методов — холодные месяцы, а также несколько часов до рассвета в любое время года.

Кроме того, есть ещё некоторые соображения, которые нужно учитывать. С помощью радара, например, нельзя получать изображение голой поверхности земли при толстом снежном покрове; то же самое можно сказать и о лидаре. Тем не менее, эти активные сенсоры нечувствительны к свету (или его отсутствию), что делает их отличным выбором для применения к высоким широтам (для примера). Кроме того, как радар, так и лидар способны (в зависимости от используемых длин волн) получать изображения поверхности под пологом леса, что делает их полезными для применения в сильно заросших регионах. С другой стороны, спектральные методы получения данных (как стереоизображения, так и мультиспектральные методы) применимы в основном солнечные дни;

данные, собранные в условиях низкой освещенности, как правило, имеют низкий уровень сигнал / шум, что усложняет их обработку и интерпретацию. К тому же, в то время как стереоизображения способны отображать и идентифицировать растительность и экосистемы, при помощи этого метода (как и при мульти-спектральном зондировании) невозможно проникнуть под навес деревьев и получить изображения земной поверхности.

2. Радарная съемка. Аэрофотосъемка, ортофотопланы. Цифровые ортофотоснимки.

На радиолокационных снимках яркостью закодировано количество отраженного излучения, но не солнечного, как на привычных для нас снимках в видимом диапазоне, а излучения, создаваемого радиолокатором.

Радиолокационная или радарная съемка - важнейший вид дистанционных исследований. Используется в условиях, когда непосредственное наблюдение земной поверхности планет затруднено различными природными условиями.

Преимущества РЛС (Радиолокационной съёмки)

- Возможность проводить радиолокационную съемку при любой погоде (в том числе при сильной облачности) и в любое время дня (в том числе ночью);
- Высокая степень детализации за счет высокого пространственного разрешения радарного снимка;
- Выгодная альтернатива GPS-мониторингу смещений на местности.

Авиационная и космическая радиолокационная съёмка осуществляется в миллиметровом, сантиметровом и дециметровом диапазонах длин волн (λ). Наряду с длиной волны используют понятие частоты (ν). Обе эти величины пропорциональны скорости света в вакууме: $c = \lambda \nu$. Для обозначения диапазонов съёмки применяют специальные латинские буквосочетания. Радиоволны способны проникать сквозь облака, что позволяет получать радиолокационные изображения вне зависимости от погодных условий.

В некоторых случаях возможно получение отраженного сигнала от объектов, расположенных ниже уровня поверхности, при этом проникающая способность радиосигнала возрастает при увеличении длины волны. Так, на радиолокационных снимках под толщей рыхлых грунтов, например песка,

могут быть обнаружены грунтовые воды или некоторые геологические структуры. При зондировании древесной растительности в X-диапазоне отражение происходит от кроны деревьев, а при увеличении длины волны - от ветвей и стволов, от почвенного покрова.

Сильное отражение радарного излучения от поверхности записывается как светлые тона, слабые отраженные сигналы — как относительно темные тона. К числу важнейших факторов, влияющих на отражение радарного сигнала, относятся такие свойства поверхности Земли, как конфигурация, диэлектрические свойства (связанные в основном с содержанием влаги), неровности (большой частью гранулометрический состав, микрорельеф), растительный покров. Разрешающая способность системы изменяется от ближнего плана к дальнему, средняя ее величина около 20 м.

Чем выше диэлектрическая постоянная, тем выше отражение, тем светлее серый тон изображения. Влажные с тонким гранулометрическим составом почвы имеют одинаковые отражательные (по отношению к радарному излучению) показатели с сухими и с крупным гранулометрическим составом почвами. Проблема различения может быть в такой ситуации решена повторной съемкой.

Длина волны радарного излучения (частота) должна рассматриваться с точки зрения относительной неровности отражающей поверхности: грубая поверхность — сильное отражение. Под грубой поверхностью в данном случае понимается такая, размер частиц которой равен или больше длины волны радарного излучения. Чем ниже частота (т. е. больше длина волны) излучения, тем сильнее отражается это излучение грубым по гранулометрическому составу материалом. В настоящее время радарные установки используют излучения с длиной волны 0,83—2,70 и 5,8—19,0 см.

На радарных изображениях довольно хорошо получаются рельеф и тоновой рисунок. Если из тонового рисунка вычесть часть, обусловленную рельефом, то останется часть, обусловленная неровностями отражающих поверхностей и диэлектрическими свойствами, т. е. содержанием влаги. Факторы, определяющие различия серого тона на черно-белых снимках (эрозия, выходы пород, влажность, растительность, цвет поверхности, гранулометрический состав, содержание органического вещества, содержание карбоната кальция и гипса, неровности поверхности), влияют и на радарные изображения, поскольку они влияют на содержание влаги и характер неровностей поверхности.

Особенности геометрических свойств радиолокационных изображений обусловлены наклоном зондирующего луча к поверхности.

В процессе полёта спутника по орбите (направление движения носителя радиолокационной системы называют *азимутом съёмки*) антенна на его борту излучает радиоволны в направлении земной поверхности под углом к ней (направление излучения называют *дальностью*). Радиолокационное изображение формируется путём регистрации отраженного поверхностью (обратного) сигнала по *наклонной дальности* (этим термином принято называть расстояние от антенны до поверхности). Съёмку непосредственно под носителем (в надир) не проводят, так как в этом случае дальности различаются незначительно, обратные сигналы от близких объектов местности возвращаются к радиолокатору почти одновременно и на снимке эти объекты неразличимы.

Если исходные радиолокационные изображения представлены в *проекции наклонной дальности*, то объекты, расположенные ближе к радиолокатору, будут выглядеть более сжатыми по сравнению с объектами, расположенными дальше от него. Для правильного отображения местности изображение из проекции наклонной дальности пересчитывают в *проекцию наземной дальности*.

Радиолокационная съёмка Земли ведётся при разных режимах обзора местности: широкозахватном (ScanSAR), маршрутном (StripMap) и прожекторном (SpotLight). Эти режимы отличаются технологией получения изображений, их пространственным охватом и разрешением. При широкозахватном режиме широкую полосу захвата получают путём последовательного переключения импульса в направлении съёмки. В этом режиме полоса захвата может достигать сотен километров, однако пространственное разрешение низкое - десятки и сотни метров. При маршрутном режиме съёмка осуществляется в пределах одной полосы, ширина которой достигает десятков километров. Пространственное разрешение в этом случае достигает нескольких метров. При прожекторном режиме обзора в процессе движения спутника луч антенны многократно направляют в центр снимаемого участка. При этом режиме получают минимальный пространственный охват, но наивысшее пространственное разрешение - до долей метра).

Существуют 3 режима работы космических РСА

Поляриметрический режим: получение радиолокационных изображений одновременно при разной поляризации радиоволн. Такая съёмка осуществляется не всеми системами и зависит от технических особенностей конкретной съёмочной аппаратуры. Возможна съёмка в сокращённом (комбинации HH и HV, VV и VH или HH и VV) или полном поляриметрическом режиме (одновременно HH, HV, VH и VV). В последние годы появились съёмочные системы (например, Risat-1), осуществляющие съёмку в режиме т.н. компактной поляриметрии, когда посылаемый в направлении земной поверхности сигнал имеет круговую поляризацию.

Многочастотный режим: получение радиолокационных снимков одновременно при разных длинах радиоволн. Такая съёмка из космоса в настоящее время не ведётся. Уникальной в своём роде можно назвать систему SIR-C/X-SAR, которая вела съёмку одновременно в трёх диапазонах: X, C и L. В ближайшей перспективе (2019-2021 гг.) планируется создание нескольких многочастотных систем радиолокационного наблюдения Земли: канадская OptiSAR (диапазоны X и L), индийско-американская NISAR (S, L).

Интерферометрический режим: повторные радиолокационные съёмки одного и того же участка местности при соблюдении следующих условий: 1) зондирование идентичной аппаратурой при одинаковых параметрах, 2) зондирование с близко расположенных точек орбиты, расстояние между которыми называется интерферометрической базой. Выделяют продольную, поперечную и временную интерферометрические базы, которые характеризуют взаимное положение радиолокаторов во времени и пространстве. Разные виды интерферометрической базы используются для решения разных задач: продольная - для выявления движущихся объектов, поперечная - для построения цифровых моделей рельефа, временная - для выявления изменений объектов, смещений земной поверхности.

Повторность съёмки одной и той же территории при интерферометрическом режиме реализуется разными путями:

- 1) синхронно, когда на летательном аппарате установлены два радиолокатора, разнесённых на некоторое расстояние, один из которых работает и на излучение, и на приём сигнала, а второй - только на приём (интерферометрия с "жёсткой" базой) (пример такой съёмки - Shuttle Radar Topography Mission)
- 2) в режиме "тандем" - двумя идентичными радиолокаторами при движении космических аппаратов-носителей по близко расположенным параллельным

орбитам (одна из разновидностей интерферометрии с "мягкой" базой) (например, TerraSAR-X/TanDEM-X)

3) последовательно - первая съёмка выполняется в момент времени t , последующие съёмки - с этого же спутника (или аналогичного) на повторном витке орбиты через интервал времени Δt , кратный периоду повторения трассы полёта (иногда такой вариант съёмки также называют интерферометрией с "мягкой" базой) (например, повторная съёмка со спутника Radarsat-2 возможна с интервалом в 24 дня, со спутника ALOS-2 - 14 дней).

В последнее время в целом наблюдается тенденция к увеличению количества съёмочных режимов, в которых ведётся работа космических радиолокаторов. Так, системой Radarsat-1 осуществлялась съёмка в 7, а Radarsat-2 – уже в 17 режимах, характеризующихся комбинацией следующих параметров: пространственное разрешение, ширина полосы захвата, диапазон углов съёмки и набор поляризационных каналов.

Аэрофотосъёмка — фотографирование территории с определённой высоты от поверхности Земли при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате (самолёте, вертолёте, дирижабле и пр. или их беспилотном аналоге)^[1] с целью получения, изучения и представления объективных пространственных данных на участках произведённой съёмки.

(Виды съёмок, производящиеся с помощью космических аппаратов (КА), выделяют в отдельный раздел «Космическая съёмка».)

Полученные при аэрофотосъёмке данные особенно применимы в картографии (см. фотограмметрия), при определении границ территорий, землеустройства (см. Земельный кадастр), видовой разведке, археологии, изучении окружающей среды, производстве кинофильмов и рекламных роликов и др.

При съёмке заданной местности оптическая ось объектива аэрофотоаппарата может занимать строго вертикальное или наклонное положение. При этом аэрофотосъёмка называется плановой или перспективной соответственно. Также возможно фотографирование на цилиндрическую поверхность вращающимся объективом. Такая съёмка носит название панорамной.

В основном, аэрофотосъёмка выполняется фотоаппаратом с одним объективом, но если требуется увеличить площадь снимка, используются многообъективные аэрофотоаппараты.

Могут выполняться одиночные аэроснимки, кроме того, может производиться фотографирование по определённому направлению или по площади. При этом аэросъёмка носит название маршрутной или площадной, соответственно.

Мирное направление использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) чаще всего связано с дистанционным зондированием Земли (ДЗЗ). Основная цель использования БПЛА — получение изображений необходимой территории с заданными характеристиками. Важнейшая задача современных исследований, решаемая с использованием БПЛА, — получение пространственных данных о каком-либо объекте или о местности наиболее экономически и технологически оправданным способом.

Преимущества и уникальность данной технологии для топографо-геодезического производства очевидны.

Аэрофотосъёмка с БПЛА используется для создания и обновления цифровых карт и планов тех территорий, для которых отсутствует практическая возможность или экономическая целесообразность детального изучения местности и определения числовых характеристик по космическим снимкам или материалам традиционной аэрофотосъёмки. Например на участках:

покрытых тенями и облаками на космических или традиционных аэрофотоснимках;

изменении местности преимущественно с линейно-протяженными изменившимися объектами;

изменений местности при точечной застройке в населенных пунктах;

изменений местности, требующих оперативного анализа и принятия решений (сезонные изменения местности, например затапливаемые площади разливов рек).

Кроме того, пространственные характеристики по данным, полученным с БПЛА, применяются для мониторинга состояния природных и техногенных систем. Так, например, при сравнении такой информации по аэрофотоснимкам разных годов съемки прослеживается динамика изменения береговой линии крупных рек или влияние антропогенной деятельности на естественные ландшафты. Благодаря отображению на аэрофотоснимках характера почвы (различные оттенки), растительного покрова и т. д., аэрофотосъемка весьма эффективна при лесоустройстве хвойно-лиственных насаждений, учете древостоев, пораженных насекомыми-вредителями, создании почвенных карт культурных земель, обследовании посевов, создании картсевооборота.

Технология фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки с БПЛА эффективно решает задачу оперативного создания и обновления картографической основы для ведения кадастра объектов недвижимости, землеустройства, контроля и мониторинга земель.

В результате выполнения аэрофотосъемочных работ с применением БПЛА данные о пространственном размещении объектов местности заключены в обработанных изображениях и технических характеристиках конкретного запрета. Эти данные могут быть применены для создания и обновления цифровых топографических карт (ЦТК) и цифровых топографических планов (ЦТП). Поэтому использование БПЛА является одним из наиболее развивающихся современных методов картографирования территории.

Аэрофотосъемка с БПЛА перед космической и традиционной имеет следующие преимущества:

1. маловысотная (позволяет проводить съемку на высотах от 100 до 1000 м);
2. высокое разрешение на местности (видны мельчайшие детали рельефа и объекты даже сантиметрового размера);
3. возможность снимать под углом к горизонту (перспективная съемка), что невозможно при космической съемке и довольно сложно при традиционной аэрофотосъемке;
4. возможность создания панорамных снимков (спутниковая и традиционная
5. Аэрофотосъемка не имеют такой возможности);
6. возможна детальная съемка небольших объектов; технология аэрофотосъемки с БПЛА позволяет проводить аэрофотосъемку небольших объектов и малых площадок там, где сделать это другими видами аэрофотосъемки нерентабельно, а в ряде случаев и технически невозможно;
7. возможность выбора погодных условий и времени суток для проведения аэрофотосъемки;
8. оперативность (весь цикл от выезда на съемку до получения конечных результатов занимает несколько часов в течение одного дня);
9. низкая стоимость (значительно дешевле традиционных методов

аэрофотосъемки);

10. экологическая безопасность (для работы используется электрический двигатель, что обеспечивает практическую бесшумность и экологическую чистоту полетов)

Цифровой ортофотоплан - это цифровое трансформированное изображение местности (объекта), созданное по перекрывающимся исходным фотоснимкам.

Ортофотоплан — это фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный путем аэрофотосъемки или космической съемки с последующим преобразованием снимков из центральной проекции в ортогональную с помощью метода ортотрансформирования.

Ортотрансформирование устраняет искажения на снимке, обусловленные рельефом местности и отклонениями оси фотоаппарата от вертикали при съемке.

Ортофотоплан может быть получен различными способами: путем цифровой обработки космических снимков, аэроснимков, а также снимков, получаемых БПЛА(дронами). Технология цифровой орторектификации аэрокосмических снимков предполагает выполнение съемки с перекрытием (обычно 60% вдоль маршрута и 30% - между маршрутами), геодезическую привязку снимков с помощью наземных контрольных точек, построение цифровой модели рельефа, выполнение орторектификации и формирование окончательного продукта – ортофотоплана в виде цифровой мозаики ортотрансформированных снимков.

Наиболее эффективно использование ортофотопланов для решения следующих задач:

- кадастр и землеустройство
- обновление карт
- муниципальное управление
- мониторинг территорий
- архитектура и строительство
- геологические работы
- проектно-изыскательские работы
- создание базовой картографической подложки для различных приложений

ТИПЫ ОРТОФОТОПЛАНОВ

Ортофотопланы по своим характеристикам делятся по детализации, а именно – где разрешение на поверхности земли напрямую зависит от разрешения снимка, например, 5 см на поверхности равняется 1 пикселю на фото, что приблизительно соответствует масштабу в плане 1:500. В свою очередь чем детальнее и подробнее ортофотоплан, тем выше получается стоимость за 1 кв.км., что связано с меньшей высотой полета, большим фокусным расстоянием, а это влияет на ширину захвата снимка, продолжительность полета и как итог – количество снимков в работе.

Наиболее популярными в плане разрешения являются ортофотопланы – 5 см/пикс, 10 см/пикс и 20 см/пикс.

Кроме видимого спектра доступны к заказу еще *ортофотопланы* в ближнем ИК, служащие рабочим материалом для лесного и сельского хозяйства, в дальнем ИК – известные как тепловизионная аэрофотосъемка – анализ теплосетей, магистральных трубопроводов, выявление торфяных грунтовых пожаров и т.д.

Работа БПЛА в получении аэрофотоснимков для ортофотопланов заключается в сплошном покрытии интересующей территории, где продольное и поперечное перекрытие составляет не менее 60%, фиксации координат каждого снимка – либо на момент срабатывания затвора фотоаппарата и одновременной записи события в log файл полета, либо фото фиксация в заранее просчитанной точке фотографирования согласно автопилоту БПЛА.

ПОЛУЧЕНИЕ ОРТОФОТОПЛАНА: Поэтапное создание *ортофотоплана* – это полевой этап работы с облетом территории, фиксирование опознавательных знаков и обработка снимков в профилированном программном комплексе путем ортотрансформирования и приведения проекции к Trueortho.

Залет выполняется по заранее спланированному маршруту, где в основе заложены высота и фокусное расстояние фотоаппарата для получения разрешения снимков в соответствии с требуемыми значениями в см/пикс, расстояние между параллельными маршрутами для оптимального перекрытия соседних аэрофотоснимков, но не менее чем 60% на 70%, что необходимо для корректной сборки ортофотоплана, время полета и конфигурации периметра залета. Дело в том, что в случае больших территорий не всегда возможно выполнить облет за один взлет, поэтому

общую территорию разбивают на блоки. Иногда в случае построения качественной трехмерной модели необходимо выполнить перекрестное перекрытие снимков, поэтому общая протяженность маршрута и как следствие количество аэрофотоснимков увеличивается вдвое.

Полет беспилотного аппарата осуществляется в полностью автоматическом режиме по инерционной системе датчиков автопилота, где погрешности в перепадах высот минимальны, а скорость контролируется на основе датчика воздушной скорости. При необходимости возможно оперативное внесение изменений в полетное задание, когда БПЛА уже на маршруте. Выполнение передачи данных производится по каналам дальней телеметрической связи. Взлет и посадка возможны как в ручном, так и автоматическом режимах.

После выполнения *аэрофотосъемки БПЛА* возвращается в точку взлета и производит посадку. Поученные данные аэрофотосъемки хранятся на флеш накопителе бортового фотоаппарата, а данные полета записываются либо на наземную станцию, либо в логи аэрофотокамеры. Для корректности данных будущего ортофотоплана необходимо получение точных координат – это возможно либо по наземным меткам, разложенным заранее, либо путем коррекции данных бортовой системы с наземной станцией GNSS RTK. Это особенно актуально в районах с трудной доступностью, нежели в Москве или Московской области, где плотная сеть геодезической сети с точными координатами.

Обработка аэрофотоснимков производится на специализированных программных комплексах, где в результате выполняется ортотрансформирование снимков, построение ортогональной проекции, сети триангуляции, при необходимости классификация облака точек и построение 3D модели рельефа и местности.

ОРТОФОТОПЛАНЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ТРИ ОСНОВНЫХ ВАРИАНТА:

Линейная аэрофотосъемка (маршрутная) - это множество вертикальных *аэрофотоснимков*, выполненных по заданному маршруту с продольным перекрытием соседних снимков не менее 40%, что позволяет избежать боковых смещений. Широко используется для аэромониторинга узких и протяженных объектов, в строительстве дорог, линий электропередач, наземных трубопроводов, железных дорог.

Площадная аэрофотосъемка - это множество объединенных маршрутных плановых или вертикальных *аэрофотоснимков местности*, выполненных с высоты не менее 400 метров. Данный вид аэрофото наиболее употребим для построения вертикальных фотопланов больших территорий, с возможностью дальнейшей обработки и совмещения их с топографической съемкой и перевод в ортофотопланы. Снимаемые маршруты чаще всего параллельны и расстояние между ними зависит от масштаба аэрофотосъемки с обязательным перекрытием соседних аэрофото около 40-50 % для исключения боковых искажений.

Кадровая плановая съемка - *вертикальная съемка* точечных объектов. Обычно применяется в *съемке фотопланов* объектов малой площади.

3. Беспилотные летательные аппараты

Согласно определению, одобренному Ассамблеей ИКАО, «беспилотный летательный аппарат (дрон) представляет собой воздушное судно без пилота..., которое выполняет полет без командира воздушного судна на борту и либо полностью дистанционно управляется из другого места с земли, с борта другого воздушного судна, из космоса, либо запрограммировано и полностью автономно».

БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров. Управление БПЛА может осуществляться эпизодической подачей команд или непрерывно — в последнем случае БПЛА называют **дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА)**. Основным преимуществом БПЛА/ДПЛА является существенно меньшая стоимость их создания и эксплуатации (при условии равной эффективности выполнения поставленных задач) — по экспертным оценкам боевые БПЛА верхнего диапазона сложности стоят приблизительно 6 млн долл. США, в то время как стоимость сопоставимого пилотируемого истребителя составляет около 100 миллионов долларов. Недостатком БПЛА является уязвимость систем дистанционного управления, что особенно важно для БПЛА военного назначения. БПЛА могут решать разведывательные задачи (на сегодня это основное их предназначение), применяться для нанесения ударов по наземным и морским целям, перехвата воздушных целей, осуществлять постановку радиопомех, управления огнём и целеуказания, ретрансляции сообщений и данных, доставки грузов

Использование беспилотных летательных аппаратов для проведения аэрофотосъемки является весьма актуальным направлением развития методов сбора геопространственных данных. Для того, чтобы оценить реальное место данной технологии среди существующих способов съемки предлагается взглянуть на график, представленный на рисунке.

Вертикальная ось - это размер покрытия, горизонтальная - удобство использования и актуальность получаемых данных.

Как видно из графика, данные космической съемки обладают максимальным покрытием, но актуальность существующих данных - не всегда на высоком уровне.

Технологии аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования обладают более высокой актуальностью, точностью и средним покрытием.

И, наконец, использование БПЛА оправдано в случае, когда необходимо быстро получить точные данные на небольшие по площади территории. К тому же, с учетом себестоимости каждой из технологий, БПЛА занимают весьма выгодные позиции, а для некоторых проектов, бесспорно, являются оптимальными с точки зрения финансовых затрат.

Беспилотные летательные аппараты находят применение во многих сферах. Их широко используют для целей экологического мониторинга, оценки динамики экзогенных геологических процессов, инвентаризации объектов недвижимости и лесного хозяйства, создания планов застройки территорий, оценки объемов вырубки леса, мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий, решения задач землеустройства, съемки промышленных объектов, карьеров и разрезов горнодобывающих предприятий.

Анализ технологий с применением беспилотных летательных аппаратов (БЛА), которые стремительно распространяются по всему миру, показывает, что технологические инновации опережают законодательные нормы, регулирующие их использование.

Например, в США в настоящее время ведутся работы над интеграцией БЛА в национальное воздушное пространство, что определяет их действие в воздушном пространстве по правилам пилотируемых судов.

Согласно международной классификации «UVS International» определена следующая классификация по дальности действия:

- ближнего действия – до 25 км;

- малой дальности – до 100 км;
- средней дальности – до 500 км;
- большой дальности – более 500 км.

Для получения разрешения на использование воздушного пространства БПЛА необходимо опираться на следующие документы:

- Ст. 52 Постановления Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. N 138 г. "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации": «... 52. Использование воздушного пространства беспилотным летательным аппаратом в воздушном пространстве классов А, С и G осуществляется на основании плана полета воздушного судна и разрешения на использование воздушного пространства.
- Порядок проведения полетов БПЛА определен в Приказе Министерства транспорта Российской Федерации от 16 января 2012 г. N 6 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации".

Для получения разрешения на проведение аэрофотосъемочных работ с помощью БПЛА необходимо:

- Разрешение Генерального Штаба Вооруженных сил Российской Федерации на проведение аэрофотосъемочных работ.
- Разрешение Штаба Военного Округа на выполнение аэрофотосъемочных работ
- Разрешение Федеральной службы безопасности Российской Федерации
- Разрешение Федеральной службы безопасности пограничного управления (при полетах в приграничной зоне)
- Разрешение Администрации населенного пункта (при полетах над населенным пунктом). Для обработки полученных данных дистанционного зондирования Земли с помощью БПЛА необходимо обладать следующими лицензиями:
 - Лицензия на осуществление геодезической деятельности
 - Лицензия на осуществление картографической деятельности
 - Лицензия на осуществление работ, связанных с использованием сведений составляющих государственную тайну

- Комплектация:
- летательный аппарат с фотоаппаратом SonyNex7 и аккумуляторной батареей LiPo 11.1 В;
 - зарядное устройство;
 - наземная станция управления;
 - модем с антенной;
 - пусковая установка;
 - транспортный контейнер;
 - комплект запасных частей;
 - программное обеспечение для обработки полученных данных Agisoft PhotoScanPro;
 - программное обеспечение формирования полетного задания GeoScanPlanner

4. Основные направления применения технологии дистанционного зондирования Земли

Дистанционное зондирование наиболее часто применяется в сельском хозяйстве, геодезии, картографировании, мониторинге поверхности земли и океана, а также слоев атмосферы.

- Обновление топографических карт
- Обновление навигационных, дорожных и других специальных карт
- Прогноз и контроль развития наводнений, оценка ущерба
- Мониторинг сельского хозяйства
- Контроль гидротехнических сооружений на каскадах водохранилищ
- Реальное местонахождение морских судов
- Отслеживание динамики и состояния рубок леса
- Природоохранный мониторинг
- Оценка ущерба от лесных пожаров
- Соблюдение лицензионных соглашений при освоении месторождений полезных ископаемых
- Мониторинг разливов нефти и движения нефтяного пятна
- Наблюдение за ледовой обстановкой
- Контроль несанкционированного строительства
- Прогнозы погоды и мониторинг опасных природных явлений
- Мониторинг чрезвычайных ситуаций, связанных с природными и техногенными воздействиями
- Планирование аварийно-спасательных работ в районах стихийных бедствий и антропогенных катастроф

-Мониторинг экосистем и антропогенных объектов (расширение городов, промзон, транспортных магистралей, пересыхающих водоемов и т.п.)

-Мониторинг строительства объектов дорожно-транспортной инфраструктуры

Сельское хозяйство

При помощи спутников можно с определённой цикличностью получать изображения отдельных полей, регионов и округов. Пользователи могут получать ценную информацию о состоянии угодий, в том числе идентификацию культур, определение посевных площадей сельскохозяйственных культур и состояние урожая. Спутниковые данные используются для точного управления и мониторинга результатов ведения сельского хозяйства на различных уровнях. Эти данные могут быть использованы для оптимизации фермерского хозяйства и пространственно-ориентированного управления техническими операциями. Изображения могут помочь определить местоположение урожая и степень истощения земель, а затем могут быть использованы для разработки и реализации плана лечения, для локальной оптимизации использования сельскохозяйственных химикатов. Основными сельскохозяйственными приложениями дистанционного зондирования являются следующие:

- растительность:
 - классификация типа культур
 - оценка состояния посевов (мониторинг сельскохозяйственных культур, оценка ущерба)
 - оценка урожайности
- почва
 - отображение характеристик почвы
 - отображение типа почвы
 - эрозия почвы
 - влажность почвы
 - отображение практики обработки почвы

NDVI (англ. **Normalized Difference Vegetation Index**) - нормализованный относительный вегетационный индекс. Наиболее распространен в сельском хозяйстве, характеризует плотность растительности и позволяет аграриям оценить всхожесть, рост, наличие сорняков или болезней, а также спрогнозировать продуктивность полей.

Мониторинг сельскохозяйственных земель позволяет решать следующие задачи:

- инвентаризация сельскохозяйственных участков;
- выявление состояния, структуры земли;
- мониторинг состояния/изменения посевных площадей;
- установление незарегистрированных сельхозугодий;
- выявление участков земли, заросших кустарниками, оценка;
- регистрация участков эрозийных разрушений, переувлажнения, заболачивания, других видов деградации почв;
- обновление карт почв, дистанционное картографирование покрова;
- регистрация и прогнозирование неблагоприятных процессов/явлений (наводнения, нашествие насекомых), что позволяет учитывать эти факторы в процессе планирования природопользования;
- выявление фактов отрицательного воздействия природных, техногенных, антропогенных факторов на растительность (засухи, наводнения, холода, насекомые и т. д.);
- планирование/контроль проведения работ по агротехнике.

Учет и использование сельскохозяйственных земель:

- определения точных границ полей и рабочих участков с расчетом площадей; ;
- инвентаризация и экспликация сельскохозяйственных земель;
- картографирование реальной структуры земельных угодий на землях сельскохозяйственного назначения (пашня, луга, сады, многолетние насаждения, залежи и неиспользуемые земли);
- картографирование севооборотов, определение реальной структуры посевных площадей;
- выявление неиспользуемых земель, контроль рационального использования сельскохозяйственных угодий;
- определение участков зарастания сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью, оценка зарастания сельскохозяйственных угодий;
- выделение участков эрозии, переувлажнения, заболачивания, иных проявлений деградации земель;
- обновление почвенных карт, дистанционное картографирование свойств почвенного покрова (содержание органического вещества, развитие эрозионных процессов, степень увлажнения);

- выявление фактов несанкционированного использования сельскохозяйственных земель.

Растениеводство:

- мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур на различных стадиях вегетации (прирост биомассы, степень увлажнения), в т. ч. оценка всхожести;
- планирование и контроль выполнения агротехнических работ (вспашка, уборка урожая);
- выявление и прогнозирование неблагоприятных процессов и явлений (наводнения, вредители) в целях их учета при планировании сельскохозяйственного природопользования.

Орошение и мелиорация земель:

- информационное сопровождение проектно-изыскательских работ в сфере мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения;
- контроль и мониторинг состояния мелиоративных и гидротехнических объектов.

Охотничье хозяйство:

- картографирование, оценка и мониторинг среды обитания объектов животного мира (охотничьих ресурсов).

Землеустроительное проектирование:

- информационное сопровождение землеустроительного проектирования в части подготовки планово-картографической основы.

Правовые аспекты:

- выявление неучтенных посевных площадей;
- получение реальной информации о состоянии посевов и земельных угодий для задач агрострахования;
- разрешение судебных споров, связанных с землепользованием;

- определение зон несанкционированных строительных работ и самовольного занятия участков на землях сельскохозяйственного назначения.

Мониторинг лесного покрова

Дистанционное зондирование также применяется для мониторинга лесного покрова и идентификации видов. Полученные таким способом карты могут покрывать большую площадь, одновременно отображая детальные измерения и характеристики территории (тип деревьев, высота, плотность). Используя данные дистанционного зондирования, возможно определить и разграничить различные типы леса, что было бы трудно достичь, используя традиционные методы на поверхности земли. Данные доступны в различных масштабах и разрешениях, что вполне соответствует локальным или региональным требованиям. Требования к детальности отображения местности зависят от масштаба исследования. Для отображения изменений в лесном покрове (текстуры, плотности листьев) применяются:

- мультиспектральные изображения: для точной идентификации видов необходимы данные с очень высоким разрешением
- многократные снимки одной территории, используются для получения информации о сезонных изменениях различных видов
- стереофотографии — для разграничения видов, оценки плотности и высоты деревьев. Стереофотографии предоставляют уникальный вид на лесной покров, доступный только через технологии дистанционного зондирования
- Радары широко применяются в зоне влажных тропиков, благодаря их свойству получать изображения при любых погодных условиях
- Лидары позволяют получать 3-мерную структуру леса, обнаруживать изменения высоты поверхности земли и объектов на ней. Данные Лидара помогают оценить высоту деревьев, области корон и количество деревьев на единице площади.

Мониторинг поверхности земли

Мониторинг поверхности является одним из наиболее важных и типичных применений дистанционного зондирования. Полученные данные используются при определении физического состояния поверхности земли,

например, леса, пастбища, дорожного покрытия и т. д., в том числе результатов деятельности человека, такие, как ландшафт в промышленных и жилых зонах, состояния сельскохозяйственных территорий и т. п. Первоначально должна быть установлена система классификации земельного покрова, которая обычно включает в себя уровни и классы земель. Уровни и классы должны быть разработаны с учетом цели использования (на национальном, региональном или местном уровне), пространственного и спектрального разрешения данных дистанционного зондирования, запросу пользователя и так далее.

Обнаружение изменения состояния поверхности земли необходимо для обновления карт растительного покрова и рационализации использования природных ресурсов. Изменения, как правило, обнаруживаются при сравнении нескольких изображений, содержащих несколько уровней данных, а также, в некоторых случаях, при сравнении старых карт и обновленных изображений дистанционного зондирования.

- сезонные изменения: сельскохозяйственные угодья и лиственные леса изменяются по-сезонно
- годовые изменения: изменения поверхности земли или территории землепользования, например, районы вырубki леса или разрастания городов

Информация о поверхности земли и изменения характера растительного покрова прямо необходимы для определения и реализации политики защиты окружающей среды и могут быть использованы совместно с другими данными для проведения сложных расчетов (например, определения рисков эрозии).

Геодезия

Сбор геодезических данных с воздуха впервые был использован для обнаружения подводных лодок и получения гравитационных данных, используемых для построения военных карт. Эти данные являют собой уровни мгновенных возмущений гравитационного поля Земли, которые могут быть использованы для определения изменений в распределении масс Земли, что в свою очередь может быть востребовано для проведения различных геологических исследований.

Акустические и около-акустические применения

- **Сонар:** пассивный гидролокатор, регистрирует звуковые волны, исходящие от других объектов (судно, кит и т. д.); активный гидролокатор, излучает импульсы звуковых волн и регистрирует отраженный сигнал. Используется для обнаружения, определения местоположения и измерения параметров подводных объектов и местности.
- **Сейсмографы** — специальный измерительный прибор, который используется для обнаружения и регистрации всех типов сейсмических волн. При помощи сейсмограмм, снятых в разных местах определенной территории, можно определить эпицентр землетрясения и измерить его амплитуду (после того как оно произошло) путем сравнения относительных интенсивностей и точного времени колебаний.
- **УЗИ:** датчики ультразвукового излучения, которые испускают высокочастотные импульсы и регистрируют отраженный сигнал. Используется для обнаружения волн на воде и определения уровня воды.

При координации серий масштабных наблюдений, большинство систем зондирования зависят от следующих факторов: расположения платформы и ориентации датчиков. Высококачественные инструменты в настоящее время часто используют позиционную информацию от спутниковых систем навигации. Вращение и ориентация часто определяется электронными компасами с точностью около одного — двух градусов. Компасы могут измерять не только азимут (то есть градусное отклонение от магнитного севера), но и высоты (значение отклонения от уровня моря), так как направление магнитного поля относительно Земли зависит от широты, на которой происходит наблюдение. Для более точного ориентирования необходимо применение инерциальной навигации, с периодическими поправками различными методами, включая навигацию по звездам или известным ориентирам.

Обзор основных приборов

- **Радары**, в основном, применяются в системах контроля воздушного трафика, раннего оповещения, мониторинга лесного покрова, сельском хозяйстве и для получения метеорологических данных большого масштаба. Радар Доплера используется правоохранительными организациями для контроля скоростного режима автотранспорта, а также для получения метеорологических

данных о скорости и направлении ветра, местоположении и интенсивности осадков. Другие типы получаемой информации включают в себя данные об ионизированном газе в ионосфере. Интерферометрический радар искусственной апертуры используется для получения точных цифровых моделей рельефа больших участков местности (см RADARSAT, TerraSAR-X, Magellan).

- Лазерные и радиолокационные высотомеры на спутниках обеспечивают получение широкого спектра данных. Измеряя отклонения уровня воды океана, вызванные гравитацией, данные приборы отображают особенности рельефа морского дна с разрешением порядка одной мили. Измеряя высоту и длину волны океанских волн при помощи высотомеров, можно узнать скорость и направление ветра, а также скорость и направление поверхностных океанических течений.
- Ультразвуковые (акустические) и радиолокационные датчики используются для измерения уровня моря, приливов и отливов, определения направления волн в прибрежных морских регионах.
- Технология светового обнаружения и определения дальности (ЛИДАР) хорошо известна своим применением в военной сфере, в частности, в лазерной навигации снарядов. ЛИДАРЫ используются также для обнаружения и измерения концентрации различных химических веществ в атмосфере, в то время как ЛИДАР на борту самолета может быть использован для измерения высоты объектов и явлений на земле с большей точностью, чем та, которая может быть достигнута при помощи радиолокационной техники. Дистанционное зондирование растительности также является одним из основных применений ЛИДАРа.
- Радиометры и фотометры являются наиболее распространенными используемыми инструментами. Они фиксируют отраженное и испускаемое излучение в широком диапазоне частот. Наиболее распространенными являются датчики видимого и инфракрасного диапазонов, затем идут микроволновые, датчики гамма-лучей и, реже, датчики ультрафиолета. Эти приборы также могут быть использованы для обнаружения эмиссионного спектра различных химических веществ, предоставляя данные об их концентрации в атмосфере.
- Стереозображения, полученные при помощи аэрофотосъемки часто используются при зондировании растительности на

поверхности Земли, а также для построения топографических карт при разработке потенциальных маршрутов путем анализа изображений местности, в сочетании с моделированием особенностей окружающей среды, полученных наземными методами.

- Мультиспектральные платформы, такие как Landsat активно использовались начиная с 70-х годов. Эти приборы использовались для построения тематических карт путём получения изображений в нескольких длинах волн электромагнитного спектра (мультиспектра) и, как правило, они применяются на спутниках наблюдения за Землей. Примерами таких миссий являются в том числе программа Landsat или спутник IKONOS. Карты растительного покрова и землепользования, полученные методом тематического картографирования могут быть использованы для разведки полезных ископаемых, обнаружения и мониторинга использования земель, вырубки лесов, и изучения здоровья растений и сельскохозяйственных культур, в том числе огромных участков сельскохозяйственных земель или лесных массивов. Космические снимки программы Landsat используются регулирующими органами для контроля параметров качества воды, включая глубину Секки, плотность хлорофилла и общее содержание фосфора. Метеорологические спутники используются в метеорологии и климатологии.
- Методом спектральной визуализации получают изображения, в которых каждый пиксель содержит полную спектральную информацию, отображая узкие спектральные диапазоны в пределах непрерывного спектра. Приборы спектральной визуализации используются для решения различных задач, в том числе применяются в минералогии, биологии, военном деле, измерениях параметров окружающей среды.
- В рамках борьбы с опустыниванием, дистанционное зондирование позволяет наблюдать за областями, которые находятся в зоне риска в долгосрочной перспективе, определять факторы опустынивания, оценивать глубину их воздействия, а также предоставлять необходимую информацию лицам, ответственным за принятие решений по принятию соответствующих мер охраны окружающей среды.

Лекция 2. Использование ДДЗЗ при ведении кадастров

1. Использование ДДЗЗ при ведении кадастровых и землеустроительных работ

КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ

Кадастровые работы - это один из решающих этапов формирования земельных участков и объектов капитального строительства.

Основной целью кадастровых работ является перенесение решения о формировании объекта недвижимости в натуру и обеспечение постановки их на кадастровый учет.

Кадастровые работы выполняет правомочное лицо: кадастровый инженер. В состав кадастровых работ могут входить следующие действия:

- Межевание и описание местоположение границ земельных участков
- Описание контуров здания, сооружения или объекта незавершенного строительства
- Описание местоположения помещения в пределах здания или сооружения
- Правовое обоснование формирования или образования земельного участка
- Согласование местоположения границ земельных участков в установленных законом случаях

Основное значение кадастровых работ заключается в юридическом оформлении границ земельных владений и закреплении их на местности.

Кадастровые работы обеспечивают установление границы права собственности или иного вещного права на земельный участок и объект капитального строительства, прочно связанного с ним.

Кадастровые работы проводятся в связи с:

- образованием земельного участка путем объединения земельных участков;
- образованием земельных участков путем раздела земельного участка;
- образованием путем перераспределения земельных участков;
- образованием земельного участка путем выдела в счет доли (долей) в праве общей собственности на земельный участок;
- образованием земельного участка (земельных участков) из состава единого землепользования;
- образованием земельного участка из земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности;

- образованием части (частей) земельного участка;
- уточнением местоположения границы и (или) площади земельного участка.

В результате кадастровых работ в зависимости от Задания к договору Центр обеспечивает изготовление и передает заказчику следующие документы, имеющие юридическую силу:

- Межевой план
- Технический план
- Акт обследования

Межевой план является необходимым документом для представления в орган кадастрового учета заявления

- о постановке на кадастровый учет земельного участка,
- об учете изменений земельного участка,
- об учете части земельного участка

Технический план является необходимым документом для представления в орган кадастрового учета заявления

- о постановке на учет здания, сооружения, помещения или объекта незавершенного строительства,
- об учете изменений объектов капитального строительства,
- об учете части объекта капитального строительства

Акт обследования является необходимым документом для представления в орган кадастрового учета заявления

- о снятии с учета здания, сооружения, помещения или объекта незавершенного строительства

ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Землеустроительные работы (межевание объектов землеустройства) – это работы по установлению на местности границ муниципальных и административно-территориальных образований, а также границ любых земельных участков, с закреплением таких границ межевыми знаками и определению их координат.

Землеустроительные работы проводятся в следующих случаях:

- при образовании новых или упорядочении существующих объектов землеустройства (установление на местности проектных границ объекта землеустройства);
- при уточнении местоположения на местности границ объектов землеустройства, в случае отсутствия достоверных сведений об их местоположении, путем согласования границ на местности

(упорядочение на местности границ объекта землеустройства);

- при восстановлении на местности границ объектов землеустройства, в случае наличия в государственном земельном кадастре сведений, позволяющих определить положение границ на местности с точностью межевания объектов землеустройства (восстановление на местности границ объекта землеустройства).

Землеустроительные работы проводятся в соответствии с заданием на выполнение работ, которое подготавливается на основе проекта территориального землеустройства или сведений государственного земельного кадастра о земельном участке (участках), предоставляемых в виде выписок в форме кадастровой карты (плана) земельного участка (территории).

Объекты землеустройства:

- территории субъектов Российской Федерации,
- территории муниципальных образований,
- территории населенных пунктов,
- территориальные зоны,
- зоны с особыми условиями использования территорий,
- части территорий и зон

Инвентаризация земель проводится для выявления неиспользуемых, нерационально используемых или используемых не по целевому назначению и не в соответствии с разрешенным использованием земельных участков, других характеристик земель.

По результатам землеустроительных работ изготавливаются:

- Карта (план) объекта землеустройства
- Землеустроительное дело

Карта (план) объекта землеустройства является документом, отображающим в графической и текстовой формах местоположение, размер, границы объекта землеустройства и иные его характеристики.

Метод дистанционного картографирования при помощи БПЛА становится все более перспективным способом получения геодезической основы в градостроительных и кадастровых работах, в первую очередь для создания цифровых актуальных карт крупных масштабов. Для целей землеустройства, кадастра и градостроительства в наше время чаще всего используются данные космической съемки. Но у космической съемки основной минус это недостаточная точность координат снимков. Погрешность может составлять от одного до десяти метров, что не позволяет выполнять ряд задач, требующих более высокую точность. Также влияют

климатические, сезонные и другие факторы на информационное восприятие, дешифровку объектов местности. При имеющихся недостатках, таких как высокая цена на оборудование и программное обеспечение, БПЛА обладают рядом преимуществ перед другими методами сбора информации. Это высокое разрешение на местности, достигаемое благодаря малой высоте полета, видны даже мелкие детали рельефа, низкая стоимость по сравнению с традиционными методами аэрофотосъемки, оперативность, ведь весь процесс от выезда на местность до получения данных занимает несколько часов, экологическая безопасность, так как используется электрический двигатель, возможность выбирать время суток и погодные условия тоже немаловажно. В целях экономической выгоды целесообразно применять БПЛА для выполнения различных кадастровых работ на участках с площадью выше 60 гектар и землеустройства типа охранных зон наземных коммуникаций на незастроенных территориях. Также с помощью беспилотников можно контролировать техническое состояние удаленных объектов.

Бесспорно, очень велики перспективы применения беспилотников. Например, мониторинг сельскохозяйственных угодий является очень актуальным вопросом для хозяйств. Следует производить постоянный мониторинг площади полей для уточнения актуальности границ участков, потому что многие землепользователи в настоящее время намеренно занижают свои площади для уменьшения налога. Съемка при помощи БПЛА позволит выполнить такой мониторинг при гораздо меньших затратах, при этом будет возможно уточнение площади сельскохозяйственных угодий, а также появится возможность контролировать качества урожая, оценивать всхожесть культур. Все эти данные помогут оперативно реагировать на изменения в данных и принимать своевременные решения. Также в последнее время появилось большое количество незаконных вырубок, оперативно обнаружить их не так просто, в связи с большой площадью лесов. Постоянный мониторинг при помощи БПЛА может не только установить такие незаконные вырубки, но и, своевременно передавая координаты таких вырубок оперативникам, поможет задерживать злоумышленников. В градостроительных целях аэросъемка необходима в первую очередь для создания объемных моделей целых городов, ведь сейчас очень многие градостроительные планы являются устаревшими и с каждым годом теряют актуальность. Безусловно, проводятся различные съемки, для создания карт и планов, но в основном, эти планы создаются для небольших территорий при планировании строительства и часто происходит ситуация, когда запланированные объекты, такие как ЛЭП, подземные коммуникации

смещаются в силу различных факторов и ошибок, но на градостроительные планы эти изменения не вносятся. Особенное внимание нужно уделять подземным коммуникациям, точному месторасположению под землей, координатам, ведь малейшая ошибка в них может привести к плачевным результатам. Использование беспилотника на всех этапах строительства поможет созданию точных схем и планов территорий, жилых комплексов и целых городов.

С развитием рыночной экономики в нашей стране изменились требования к ведению кадастрового учета, который неразрывно связан с картографированием территории. Начиная с 1990-х годов в России, так или иначе, использовались различные методы создания картографического материала для целей кадастра, в том числе применялись и фотограмметрические методы, например, «Единая технология кадастровых и топографо-геодезических съемок для целей инвентаризации и ведения кадастра в городах и других поселениях в 1994-1995гг.», утвержденная Приказом Роскомзема №26 от 20.04.1994.

В 2005 году принята подпрограмма «Создание системы кадастра недвижимости (2006 - 2012 годы)», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 13.09.2005 N 560, в которой говорилось, что «отсутствие современной цифровой картографической основы и адресных цифровых планов при проведении государственного кадастрового учета недвижимости создает проблемы с определением географического положения и согласованием границ земельных участков и объектов недвижимости, что является негативным фактором при регистрации права собственности и иных вещных прав на землю». Было принято решение о «формировании обновленной цифровой картографической основы и опорной межевой сети с применением современных методов дистанционного зондирования и спутниковых навигационных систем». В качестве картографической основы были выбраны ортофотопланы, создаваемые на основе данных дистанционного зондирования.

Сплошного покрытия ортофотопланами на межселенную территорию и на все населенные пункты не получилось по ряду причин. Эта тема находится вне рамок этого обсуждения. Кроме того, даже то количество материала, которое было получено, не было использовано в полной мере, и потенциал этих сведений для актуализации данных кадастра, так и остался потенциалом. Известен также проект актуализации сведений ГЗК, в основу которого были положены не ортофотопланы, полученные по материалам

АФС, а космические снимки сверхвысокого разрешения, информативность и дешифрируемость которых заведомо уступают аэроснимкам. Так как содержание ортофотопланов со временем становится не актуальным в силу развития и застраивания территорий, то об этих данных можно благополучно забыть.

Федеральное законодательство

С 1 января 2015 года началась «новая волна» земельной реформы, которая подкреплена Федеральным законом от 22.12.2014 N 447-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В ФЗ-221 появился новый раздел — комплексные кадастровые работы. Их особенностью является выполнение кадастровых работ одновременно в отношении всех земельных участков на территории кадастрового квартала. Работы проводятся единожды, повторные работы в том же квартале не допускаются. С вступлением изменений в закон о кадастре, активизировалась деятельность специалистов в области аэрофотосъемки, в том числе и беспилотной.

В силу стремительного развития фотограмметрических технологий и отставания нормативных документов, регламентирующих эти технологии, происходит недопонимание предъявляемых требований к точности создания карт и планов для различных целей кадастра, смешение и подмена понятий: карты, как картографической основы ГКН; и карты, для определения координат поворотных точек границ объектов недвижимости картометрическим способом.

Различия в требованиях к точности

Согласно ФЗ-221 «картографической основой Единого государственного реестра недвижимости (далее — картографическая основа) является единая электронная картографическая основа, создаваемая в соответствии с законодательством о геодезии и картографии. Сведения о картографической основе размещаются на официальном сайте органа регистрации прав в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Требования к картографической основе ГКН закреплены Приказом Минэкономразвития № 848 от 13.11.2015 года «Об утверждении требований к картам и планам, являющимся картографической основой Единого

государственного реестра недвижимости, а также к периодичности их обновления». Согласно приказа на населенные пункты:

«Картографической основой являются:

1) фотопланы (ортофотопланы) и (или) цифровые топографические планы масштаба 1:2 000 — для территории населенных пунктов.

При отсутствии фотопланов (ортофотопланов) и (или) цифровых топографических планов масштаба 1:2 000 допускается использовать фотопланы (ортофотопланы) и (или) цифровые топографические планы масштабов 1:5 000 и 1:10 000...».

А требования к точности определения координат поворотных точек границ объектов недвижимости изложены в Приказе №90 Минэкономразвития [3]: «Средняя квадратическая погрешность местоположения характерных точек земельных участков, отнесенных к землям населенных пунктов - 0,10 метра», там же закреплена возможность использования фотограмметрического и картометрического способа при координировании границ земельных участков: «...Фотограмметрический метод. Величина среднеквадратической погрешности местоположения характерных точек принимается равной 0,0005 метра в масштабе аэроснимка (космоснимка), приведенного к масштабу соответствующей картографической основы. ... Картометрический метод. При определении местоположения характерных точек, изображенных на карте (плане), величина средней квадратической погрешности принимается равной 0,0005 метра в масштабе карты (плана)...».

Если переходить к масштабу создаваемого картографического продукта для определения значений координат земель населенных пунктов картометрическим методом, то в соответствии с п.1.7 Инструкции по фотограмметрическим работам, это планы масштаба 1:200. Все требования к точности создания цифровых карт и планов фотограмметрическими методами, как известно, регламентируются в настоящий момент Инструкцией по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. В данном документе написано, что опорные данные для построения фотограмметрических моделей должны быть получены с точностью 0.1 мм в масштабе создаваемой карты (плана) (пп 2.2.6) , то есть 2 см для обеспечения точности 0,10 метра. Согласно требований этой же инструкции пп.3.7.6 средние расхождения на контрольных точках не должны превышать 0.3 мм в масштабе создаваемого плана, т.е. 6 см.

Получив при построении сетей фототриангуляции значения, удовлетворяющие этим требованиям, надо понимать, что кроме этого существуют ограничения по дешифрируемости и информативной возможности материала, которая отчасти регламентируется пп.4.6 инструкции. Согласно которого, графическая точность планового материала ограничивается размером пиксела на местности, и это 0.07 мм в масштабе создаваемого плана, таким образом, размер пиксела на местности при такой аэросъемке, должен быть 1,4 см или меньше. Но даже в этом случае думать, что, создав ортофотоплан по таким материалам аэрофотосъемки, вы можете получить координаты всех точек границ объектов недвижимости данной территории, удовлетворяющие требованиям к точности определения координат, нельзя. Так как часть поворотных точек границ на ортотрансформированном изображении будет закрыта посторонними объектами (растительностью, изображением соседних высотных объектов, либо самим объектом).

Что наглядно демонстрируется рисунком 1 — фрагмент ортофотоплана. На данном рисунке видно, что на снимке, трансформированное изображение которого выбрано для построения бесшовной мозаики, угол здания закрыт изображением крыши. Тот же эффект может присутствовать и на поворотных точках границ участка, если они закреплены кирпичными столбами, или другими объектами большого диаметра. Казалось бы, можно воспользоваться другим, новым типом фотограмметрической продукции — True ortho. Но и в этом случае фундамент будет закрыт свесами, козырьками крыш, так как на плановом материале мы видим изображения верхних поверхностей объекта.

Этих проблем можно избежать при использовании стереофотограмметрических измерений на точках, когда оператор может выбрать необходимый ракурс при наблюдении этих точек на поверхности земли, наблюдая сбоку с нужной стороны, выбирая соответствующую стереопару аэроснимков.

Безусловно стереофотограмметрический метод можно использовать для координирования поворотных точек границ земельных участков и их частей, занятых строениями, сооружениями (при достаточном разрешении на местности пиксела аэрофотосъемки, в 3-4 раза лучше требуемой точности определения значений координат).

Вызывает беспокойство мнение о возможности использования цифровых ортофотопланов (ЦОФП) для определения значений координат

границ объектов недвижимости картометрическим способом. В силу высоких требований к точности фотограмметрических построений и ограничений, вызванных центральной проекцией снимков, неизбежно возникнут проблемы при сплошных кадастровых работах по ЦОФП.

Фотограмметрические методы эффективны, но не являются панацеей: что-то можно и нужно выполнять с применением данных дистанционного зондирования, но применять их надо с умом и знанием дела.

2. Использование ДДЗЗ в лесном кадастре. Использование ДДЗЗ в кадастре недр

Лесной кадастр — содержит сведения об экологических, экономических и иных количественных и качественных характеристиках лесного фонда.

Данные государственного лесного кадастра используются при государственном управлении лесным хозяйством, организации его ведения, переводе лесных земель в нелесные земли в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства и пользованием лесным фондом, и при переводе земель лесного фонда в земли иных категорий, определении размеров платежей за пользование лесным фондом, оценке хозяйственной деятельности лесопользователей и лиц, осуществляющих ведение лесного хозяйства.

Ведение государственного лесного кадастра осуществляют федеральный орган исполнительной власти в области лесного хозяйства и его территориальные органы.

Государственный учет лесного фонда ведется для организации рационального использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов, систематического контроля над количественными и качественными изменениями лесного фонда и обеспечения достоверными сведениями о лесном фонде органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, заинтересованных граждан и юридических лиц. Данные государственного учёта лесного фонда используются при ведении государственного лесного кадастра.

Картографирование и контроль состояния леса

Схема создания лесохозяйственных карт – трудоемкий процесс, который включает в себя комплекс работ, производимый в зависимости от условий. Технологические приемы помогают использовать рациональный способ составления достоверных карт. Беспилотные аппараты обеспечивают

лесохозяйственные предприятия информацией о пространстве, которое занимает растительности, в короткий срок.

Аэросъемка помогает задокументировать, и отследить природные явления, которые протекают в засаженной местности, и проконтролировать состояние массива. Беспилотник избавляет от надобности совершать объезд крупномасштабной территории и предоставляет подлинные сведения для отслеживания тенденций развития экосистемы и возможной регулировки отклонений.

Целью использования беспилотника также является сверка действительных границ насаждений и указанных в кадастровой документации данных. Показатели о территории сказываются на расчетах затрат на обработку и оценку эффективности хозяйства. Разница площадей, указанных в бумажных документах 70-80-х годов, и действительных размеров территорий на сегодняшний день приводит к ошибкам в расчетах, которые проводятся для закупки материалов для обслуживания.

Инвентаризация лесных массивов

Регулярный мониторинг лесных земель помогает актуализировать электронную документацию и сопоставить ее с прогнозируемыми ранее результатами. За время интенсивной эксплуатации лесного массива ухудшается качество сырья и уменьшается его количество. Внушительная площадь и наличие мест, труднодоступных для автомобиля, создают трудности для инвентаризации фонда. БЛА предоставляет точные данные даже о труднодоступной местности и выполняет обследование территории в сжатые сроки.

Лесотаксация

Беспилотник с успехом выполняет задачу лесотаксатора – выделяет однозначные границы, оценивает характеристики отдельных земельных участков и выделяет их типы для экстраполяции обстоятельств и модели роста лесного массива. Полученные от беспилотного аппарата данные ложатся в основу выборки для статистических методов решения возможных проблем и интерполяции результатов, полученных на пробных площадках.

Анализ, защита и планирование лесного фонда

Информация, которую предоставляет беспилотник, помогает оценить лесные запасы, которые имеются в наличии, и выявить неэффективные участки хозяйственных угодий. С помощью аэрофотосъемки с использованием инфракрасного излучения определяется соотношение пород деревьев, очаги распространения вредителей и болезней.

Благодаря этой информации предпринимаются:

- действия по истреблению вредителей;
- профилактические меры по предупреждению заболеваний;
- корректируется объем рубок;
- изменяется площадь вырубки;
- размещаются дороги для перевозки сырья и площадки погрузки.

Своевременный анализ и передача данных помогает распределить ресурсы для обеспечения необходимого результата и планировать будущие объемы вырубки.

Кадастр месторождения и проявлений полезных ископаемых

-Консультирование по вопросам разведочных работ и геологии участка недр; -Подготовка установленных форм отчетности (ЛС, ГР и другие);

Поиск и получение геологической информации (карты, геологические отчеты и прочее);

-Оформление отчетов по ГОСТу, карточки геологической изученности, ведомости электронного носителя;

-Экспертиза геологического отчета на соответствие требованиям и геологическому заданию;

-Сопровождение экспертизы запасов в органе государственной экспертизы; -Подготовка геологического отчета с определением кондиций и подсчетом запасов месторождения;

-Подготовка ГИС системы и банка данных по участку(ам) недр. Создание цифровой модели картографических материалов;

-Геолого-экономическая оценка месторождений;

-Составление паспорта месторождения: количество и качество основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и компонентов по месторождению, выявленные проявления полезных ископаемых (для государственного кадастра месторождений);

-Подготовка схемы участка недр на топографической карте с нанесением контура участка, определением координат.

Оценка месторождений полезных ископаемых — определение промышленной значимости проявлений и месторождений полезных ископаемых с помощью комплекса геологических методов (геологическая оценка) и экономических расчётов (экономическая оценка). Проводится на

всех стадиях их изучения, разведки и промышленного освоения — от регионального прогнозирования до полной отработки, однако основное значение она приобретает непосредственно после выявления месторождения (с целью решения вопроса о целесообразности организации на нём разведочных работ), при переходе от предварительной разведки к детальной, перед передачей месторождения для промышленного освоения и накануне завершения отработки выявленных и разведанных залежей полезных ископаемых.

3. Использование ДЗЗ в градостроительном кадастре

В настоящее время основной объем информации для решения множества сложных задач развития городских и сельских территорий имеет явную пространственно-территориальную направленность. Главенствующие механизмы развития территорий согласно п.1 ст.1 Градостроительного Кодекса РФ (ГрК РФ) (территориальное планирование, градостроительное зонирование, архитектурно-строительное проектирование, кадастровые и иные работы), нуждаются в точных и актуальных пространственных данных. Методы получения такой информации приобретают все более индустриальный характер. Для организованного хранения и поиска нужной информации, ее обработки и анализа требуются современные эффективные инструменты, основанные на компьютерных технологиях. В науках о Земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС). При этом в данном случае определение «географические» обозначает не столько «пространственность» или «территориальность», а скорее комплексность и системность исследовательского подхода. Применение геоинформационных технологий, данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и новейших программных средств самым эффективным образом сказывается на качестве принятия обоснованных управленческих решений и, что немаловажно, на разработке картографических материалов аналитического характера (карт землепользований, карт водоохранных зон, санитарно-защитных зон городов и т.п.), используемых для подготовки концепции градостроительного зонирования. Применение данных космической съемки

Дефицит актуальной топографо-геодезической основы значительно замедляет все процессы территориального планирования, а в дальнейшем влечет за собой череду препятствий в управлении территориями. Под данными ДЗЗ понимают первичные и производные материалы аэро- и космических съемок, полученные в результате фотографирования Земли со спутников, оборудованных специализированными сенсорами. Эти данные

различаются по пространственному охвату территории съемки, разрешению снимков, количеству каналов и дате съемки. Данные ДЗЗ и оперативный космический мониторинг могут служить высококачественной основой для разработки схем территориального планирования и градостроительной документации, они дают исчерпывающую и достоверную информацию о природных (земельных) ресурсах, объектах транспортной и инженерной инфраструктур и других объектах. Более того, они предоставляют колоссальный объем актуальной пространственной информации в постоянно изменяющейся среде для контроля и корректировки градостроительной документации, позволяют экономить время и значительные финансовые средства при ее создании. Использование данных ДЗЗ перспективно и в случае оценки городских территорий, поскольку от принятия обоснованных, эффективных решений по функциональному зонированию территории при разработке генерального плана города зависит протекание в нем всех процессов жизнедеятельности населения, производства, размещения элементов инфраструктуры. Проекты территориального планирования создаются на значительной по площади территории, поэтому при их разработке применение данных ДЗЗ (космических снимков обосновано). Для целей территориального планирования наиболее привлекательны — космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения (от 0,3 до 1 м) и высокого разрешения (от 1 до 2,5 м). Наиболее известные и легкодоступные данные ДЗЗ — снимки, сделанные в видимом диапазоне спектра (например, снимки, предоставляемые сервисами OpenStreetMap, Yandex, Google, SasPlanet и др.). Существуют данные, включающие в себя несколько спектральных каналов, например, Ресурс, Landsat, Worldview, QuickBird, MODIS, NOAA, ASTER, SPOT и др. Сравнивая и комбинируя значения яркости разных каналов, можно получать важные сведения о тех или иных явлениях на поверхности Земли, которые визуально определить невозможно. Принимают и обрабатывают информацию со спутников их владельцы и официальные дистрибьютеры — Bing, DigitalGlobe, e-Geos, Airbus Defence and Space и др. В Российской Федерации основными поставщиками спутниковых снимков являются «Российские космические системы», «Совзонд», «СканЭкс» и другие дистрибьютеры.

С 1972 г. спутниковые фотоснимки всей планеты создает в реальном времени проект Landsat. По снимкам Landsat можно получить сведения о всей земной поверхности, а также об ее изменениях за последние десятилетия. Именно этот проект остается главным источником данных дистанционного зондирования Земли для всех публичных картографических сервисов. Космические снимки сверхвысокого разрешения в панхроматическом

режиме позволяют: создавать и корректировать градостроительную, кадастровую и иную документацию; контролировать материалы топографо-геодезических съемок; определять местоположение охранных зон и наземных коммуникаций; определять фактические размеры и границы лесов и лесопарков, водных объектов, болот, лугов, газонов, сельскохозяйственных угодий, транспортных магистралей и коридоров, пустошей, застроенных территорий различного функционального вида; строить цифровые модели рельефа местности; создавать векторные планы территорий. Космические снимки высокого разрешения в мультиспектральном и радиолокационном режимах дают возможность: определять местоположение некоторых видов подземных строений и коммуникаций; уточнять санитарно-защитные зоны и определять зоны, требующие различного вида мероприятий по их управлению, производить экологические исследования; изучать изменения облаков, снега, льда, водных объектов, состояние растительности, отслеживать динамику наводнений, пожаров; осуществлять мониторинг геоморфологических явлений и смещений земной поверхности. Снимок, привязанный к местной системе координат, можно использовать для уточнения информации о градостроительных объектах и проведения зонирования территории города. При наличии нескольких снимков на разные даты съемки появляется возможность проводить мониторинг изменений, произошедших на территории города. Дистанционное зондирование может применяться также при проектировании новых автомобильных дорог и модернизации существующих. Например, с помощью нескольких спектральных снимков можно определить, на каких участках дорог возникают заторы, оценить грузонапряженность и места несанкционированных автомобильных стоянок.

Полученную информацию со снимка можно корректно сравнивать с данными на топографических планах, территориальных схемах, генеральных планах городов, картах градостроительного зонирования, проектах планировки территорий, мастер-планах, кадастровых картах и т.д. Пример отображения на космическом снимке границ разрешенной плотности застройки в городе Торонто. Наиболее значимыми, трудоемкими, дорогостоящими и максимально влияющими на развитие города документами являются следующие: генеральный план, карта градостроительного зонирования, проекты планировки территорий. На базе спутниковых снимков и измерений на местности создаются векторные карты. Использование геоинформационных систем Согласно определению ГрК РФ, территориальное планирование направлено на определение функционального назначения территорий города, исходя из совокупности социальных,

экономических, экологических и иных факторов для следующих целей: обеспечение устойчивого развития территории; развитие инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, формирование комплексной инфраструктуры населенного пункта, отвечающей его предназначению; формирование благоприятной среды жизнедеятельности; сохранение исторического облика города, сложившихся традиций градостроительства в том или ином регионе или городе, культурного наследия для настоящего и будущего поколений. Появление и развитие ГИС-технологий качественно изменило ситуацию в территориальном планировании, а именно: были оптимизированы процессы обработки пространственных данных, их обновления в ходе мониторинга. Современные ГИС располагают широким набором базовых методов пространственного (геоинформационного) анализа. Основными его видами являются: функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных, геокодирование, картометрические функции, создание моделей поверхностей, построение буферных зон, оверлейные операции, сетевой анализ, агрегирование данных, зонирование, специализированный анализ. Основные направления применения ГИС в области градостроительства и управления развитием территорий: земельные ресурсы, земельные кадастры; мониторинг состояния окружающей среды; сельское хозяйство; проектирование, инженерные изыскания и планирование в градостроительстве, архитектуре, промышленном и транспортном строительстве; комплексное управление, учет и планирование развития территории, города; управление природными ресурсами (водными, лесными и т.д.); планирование развития транспортных и инженерных инфраструктур; анализ и оценка градостроительной ситуации и состояния городской среды как сложного комплексного явления; определение тенденций и диспропорций развития; градостроительный и социально-эколого-экономический мониторинг. Приведенный список представляет собой обобщенные направления применения геоинформационных систем, при этом сфера их использования постоянно расширяется. Преимущества ГИС: возможность визуализации разнообразных картографических объектов, картометрия; получение различной информации об объекте из одного источника; создание тематических карт и планов. В Российской Федерации используются самые различные ГИС — от полнофункциональных универсальных продуктов зарубежного (ArcGIS, MapInfo и др.) и российского (Panorama, ГеоГраф и др.) производства до узкоспециализированных систем — АИС «Землепользование», «Геополис» и др. В настоящее время ГрК РФ предусматривает ведение информационных систем обеспечения градостроительной деятельности только на двух уровнях

управления: на федеральном — в виде Федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП) (ст. 57.1 ГрК РФ); на уровне городских округов и муниципальных районов, которые обязаны ввести информационную систему обеспечения градостроительной деятельности (п. 1 ст. 57 ГрК РФ и Федеральный закон от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ). Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП) — это информационно-аналитическая система, обеспечивающая доступ к сведениям, содержащимся в государственных информационных ресурсах, государственных и муниципальных информационных системах, в том числе в ИСОГД, и необходимых для обеспечения деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления в области территориального планирования. Информационная система обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) представляет собой систематизированный свод документированных сведений о развитии территорий, об их застройке, о земельных участках, об объектах капитального строительства и иных необходимых для осуществления градостроительной деятельности сведений. В современном понимании ИСОГД включает в себя: ГИС (географическая информационная система), МСЭД (межведомственная система электронного документооборота), СУБД (система управления базами данных), ЭАР/ВРMS (система управления электронными административными регламентами / система управления бизнес-процессами), СКК / НСИ / MDM (система классификации и кодирования информации), web-портал, а также позволяет организовать доступ к СМЭВ (система межведомственного электронного взаимодействия)

В период расширения базы кадастровых сведений и массового строительства эффективное регулирование градостроительной деятельности практически неосуществимо без современного информационного обеспечения, позволяющего согласовывать градостроительные решения, принимаемые на разных уровнях государственной власти. Применение космических снимков сверхвысокого разрешения и геоинформационных систем при разработке градостроительной документации, особенно документов территориального планирования и зонирования, позволяет получить точные и качественные данные, провести анализ или корректировку границ территорий, снизить финансовые расходы на разработку и последующую актуализацию градостроительной документации.

4. Использование ДДЗ в рекреационном кадастре

Рекреационный кадастр – это свод данных о территориях, выделенных для отдыха и восстановления (поддержания) здоровья людей, перечень рекреационных объектов, угодий и явлений. Рекреационный кадастр включает сведения об эстетической ценности, степени сложности маршрутов, доступности их для разных категорий отдыхающих и др. В результате целенаправленной обработки материалов рекреационного кадастра может быть разработано рекреационное районирование, т. е. установление на местности и на топографической основе зон рекреации. В настоящее время между странами мира существует жёсткая конкуренция в области создания и развития туристической индустрии. Доходы сферы туризма, получаемые от «инвесторов-туристов» и «инвесторов бизнесменов», являются, зачастую, одними из основных статей пополнения бюджетов всех уровней. Кроме того, развитие туристического бизнеса может в некоторых случаях решить один из главных вопросов социальной политики государства – трудоустройство граждан.

К сожалению, в Российской Федерации в целом и в Тамбовской области в частности вопрос развития и поддержки туризма для формирования стабильного спроса решается в недостаточной мере. По данным Ростуризма, доля дохода от туристической деятельности на территории РФ в ВВП с учетом мультипликативного эффекта составляет около 6 %. Несмотря на высокий туристский потенциал, Россия занимает на сегодняшний день скромное место на мировом туристском рынке. На ее долю приходится чуть более 1 % мирового туристского потока. В связи с этим возникает важная задача организации экономически эффективного и экологически целесообразного природопользования на землях, занятых объектами рекреации и туризма.

Особенно актуально решение данных вопросов для сельской местности. В первую очередь, это связано с необходимостью симбиоза сельскохозяйственного производства и рекреационного землепользования, приоритетностью сельского хозяйства как одной из основных отраслей экономики страны. Кроме того, именно в сельской местности находится наибольшее количество памятников природы, они являются наиболее привлекательными туристическими объектами. Памятниками природы являются уникальные природные комплексы, подлежащие охране в силу их экологической, научной, эстетической и культурной ценности. Стоит отметить, что Все памятники природы на территории тамбовской области относятся к группе государственных памятников регионального значения. Для них установлен особый режим, при котором на их территории

запрещены рубки леса (кроме санитарных и рубок ухода); на все другие виды работ необходимо разрешение соответствующих органов власти. Они являются образцами отечественного лесокультурного дела, примером создания высокопродуктивных культур, уникальными естественными насаждениями и природными объектам, имеют большое научное и эстетическое значение. Комплексные государственные памятники природы, такие как урочище «Араповская дача», урочище Елкашевская дача, лесопарк «Растов сад», Туева роща и др. имеют средообразующее значение.

- **Государственный природный заповедник «Воронинский»** создан в 1994г. для сохранения и изучения уникальных комплексов лесостепной зоны европейской части России. Создавался он при участии выдающегося русского географа В.П.Семенова-Тян-Шанского, сына знаменитого путешественника. Заповедник расположен в среднем течении реки Ворона (правый приток Хопра) на территории Кирсановского и Инжавинского районов Тамбовской области. В его состав включены два относительно больших участка вдоль реки Вороны и восемь малых, расположенных в долинах её притоков.
- **Барская гора** – смотровая площадка, расположенная на высоте 190 м над уровнем моря и 70 м над уровнем реки Вороны, с которой видно почти всю территорию заповедника «Воронинский». Гора расположена к северо-востоку от села Паревка Инжавинского района и имеет свою уникальную историю.
- **Байловский парк**, расположенный недалеко от села Байловка Пичаевского района, был зарегистрирован как государственный памятник природы в 1979 году. Главной достопримечательностью парковой зоны считается священный камень-валун под названием Байловский Синь-Камень.
- Памятник природы области «**Туевая роща**» (с. Стеньшино Петровская района) насчитывает около 700 деревьев туи западной, которые находятся на особом учете.
- Дуб-патриарх, официально признанный памятником живой природы, расположен в центре **парка усадьбы Асеевых** (г. Тамбов). Возраст дуба — более 200 лет.
- **Дубрава Большая Матыра** — изначально этот памятник природы формировался осиновыми колками со степной растительностью по периферии. В середине XX века пространство между колками было заполнено насаждениями дуба. Однако здесь сохранились и небольшие участки целинной степной растительности с крайне высоким разнообразием видов (до 80 видов на квадратный метр).

- **Южный парк (Ахлебиновская роща)** – старейший парк Тамбова, представляющий собой естественную рощу со смешанным хвойно-лиственным лесом.
- **Новотомниковский парк** — старейший в Тамбовской области парк, аллеи которого расположены особым образом. Он заложен в начале XVIII века на территории бывшей усадьбы графа Воронцова-Дашкова, и имеет богатую историю.
- **Татарский вал** – народное название огромной сложной системы земляных валов и других укреплений, построенных в середине XVII века для защиты южных рубежей русского государства от набегов степных кочевников.
- **Дерево Любви** — уникальный природный памятник, расположенный на территории Тамбовского пригородного лесничества, представляет собой два дерева – сосну и дуб со сросшимися стволами. Возраст этих деревьев примерно одинаков и составляет более 100 лет.
- **Урочище Бездушный куст** — представляет собой естественную средневозрастную снытьево-папоротниковую дубраву с подчиненными породами липы, ясеня, остролистного клена и подлеском из различных кустарников. Урочище Бездушный куст вместе с рядом расположенным урочищем Репный куст входят в уникальное природное насаждение островного участка леса «Рассказовское». «Рассказовское» лесное насаждение относится к разновидности практически полностью исчезнувших в Тамбовской области водораздельных лесостепных дубрав северного типа.

Неотрывно с понятием «памятники природы» связано понятие «рекреация». Рекреационные территории должны обладать благоприятным для развития отдыха и туризма сочетанием климата, водоемов, рельефа, растительности, культурно-исторических достопримечательностей и уникальных памятников природы.

Однако рекреационное землепользование таит в себе целый ряд проблем. Основными из них, с точки зрения кадастра и рационального природопользования, являются [43, 44]:

- необходимость проведения рекреационно-туристического зонирования территории;
- выделение и обустройство рекреационно-туристических территорий;

– разработка систем мониторинга изменений и контроля состояния рекреационно-туристических территорий;

– создание информационно-справочного обеспечения для привлечения различных категорий инвесторов. Перечисленные задачи в настоящее время решаются с использованием ДДЗЗ.

Основными трудностями при формировании рекреационного кадастра являются определение комплекса показателей, группировка, разработка расчетных параметров для оценки зон на территорию всей страны с учетом разных географических условий (климатических, природных и т. п.). Также рекреационное районирование должно вестись таким образом, чтобы территории использовались наиболее эффективно экономически, без вреда природе. Разработка научных принципов рекреационного районирования позволит в дальнейшем выявить перспективные, еще не освоенные территории, правильно определить их туристическую направленность и использовать с учетом опыта других территорий со схожими параметрами.

Государственный кадастр недвижимости в настоящее время также практически не ориентирован на учет необходимой информации о земле как о природном ресурсе и природном объекте. Экологический аспект не учитывается при государственном кадастровом учете, что оказывает влияние на качество и эффективность управления земельными ресурсами. Законодательство о государственном кадастре недвижимости не предусматривает специфических процедур учета для особо ценных в экологическом аспекте земель, в первую очередь особо охраняемых природных территорий. Решение о создании особо охраняемой природной территории или изменении её границ должно носить статус акта о переводе земель или земельных участков в пределах такой территории в категорию земель «земли особо охраняемых территорий и объектов». Границы таких территорий в обязательном порядке должны закрепляться на местности. Их последующий анализ с точки зрения экономики, экологии и туризма приведет к рекреационной оценке земель. Такая оценка дает обширное представление о состоянии рекреационных территорий, необходимости проведения природоохранных мероприятий, указывает на пути наиболее рациональных капитальных вложений для развития отдыха и туризма.

Лекция 3. Мониторинг территории с использованием ДДЗЗ

1. Организационное и нормативно-правовое обеспечение ДДЗЗ в России. Роль ДДЗЗ в государственном топографическом мониторинге территории РФ. Участники рынка ДЗЗ

Участниками рынка ДДЗЗ в Российской Федерации являются:

– Федеральное космическое агентство (Роскосмос). Роскосмос осуществляет функции по обеспечению реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию, оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере космической деятельности, международного сотрудничества при реализации совместных проектов и программ в области космической деятельности, проведения организациями ракетно-космической промышленности работ по ракетно космической технике военного назначения, боевой ракетной технике стратегического назначения;

– Научный Центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) (ОАО «Российские космические системы») – осуществляет прием, регистрацию, обработку, архивацию, каталогизацию и распространение космической информации с отечественных и зарубежных космических аппаратов ДДЗЗ. Деятельность НЦ ОМЗ направлена на расширение использования и повышение качества информационной продукции на основе данных ДЗЗ в интересах различных отраслей экономики, научных исследований о Земле и международного сотрудничества;

– поставщики космических снимков и программных технологий (около 10 фирм), среди которых выделяются ИТЦ «СКАНЭКС», компания «Ракурс», Совзонд и др.;

– высшие учебные заведения и научно-исследовательские институты, из которых наибольшим весом обладает Институт космических исследований (ИКИ) РАН, разрабатывающий системы федерального уровня: «Систему дистанционного мониторинга земель» по заказу Минсельхоза, 28 «Информационную систему дистанционного мониторинга» (ИСДМ) по заказу ФГУ «Авиалесохрана» и ряд других;

– частные организации – фирмы, занимающиеся внедрением региональных ГИС и желающие придать им новое качество за счёт использования ДДЗЗ

Региональные центры космического мониторинга

Основными задачами региональных центров космического мониторинга (РЦКМ) являются:

– прогнозирование, поиск и освоение новых месторождений природных ископаемых на малоизученных и труднодоступных территориях;

– рациональное использование и периодическая инвентаризация природных ресурсов, оценка режимов использования природных ресурсов;

– оперативное информационное обеспечение федеральных, региональных и муниципальных органов управления;

- учет земель и организация рационального землепользования;
- мониторинг чрезвычайных ситуаций, экологических бедствий, природных и техногенных катастроф, анализ факторов, предшествующих и сопровождающих катастрофы и аварии;
- космическая диагностика региональной инфраструктуры, в том числе протяженных инженерно-технических коммуникаций;
- экологический мониторинг, исследование динамики изменения экосистем различного масштаба и различных естественных и антропогенных факторов, влияющих на экосистемы;
- фундаментальные исследования Земли в интересах метеорологии, климатологии, современной геодинамики, океанологии. В качестве примера регионального центра космического мониторинга можно назвать созданный в 2013 г. РЦКМ Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Нормативно-правовые акты в области дистанционного зондирования

Деятельность по планированию и проведению космических съемок, приему данных с космических средств ДЗЗ (далее КС ДЗЗ), их использованию и распространению организуется Федеральным космическим агентством в соответствии с законами Российской Федерации от 20 августа 1993 г. № 5663-1 «О космической деятельности», от 21 июля 1993 г. № 5485-1 «О государственной тайне»; федеральными законами от 8 августа 2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности», от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации»; Гражданским кодексом Российской Федерации; Указом Президента Российской Федерации от 11 февраля 2006 г. № 90 «О перечне сведений, отнесенных к государственной тайне»; Правилами отнесения сведений, составляющих государственную тайну, к различным степеням секретности, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 1995 г. № 870; Положением о лицензировании космической деятельности, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2006 г. № 403; Положением о планировании космических съемок, приеме, обработке и распространении данных дистанционного зондирования Земли высокого линейного разрешения на местности с космических аппаратов типа «Ресурс-ДК», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2005 г. № 370; Положением «О порядке получения, использования и предоставления геопространственной информации», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2007 г. №

326, Распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2594-р «О государственной программе Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы», другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации по вопросам использования космического пространства и данных ДЗЗ, а также международными договорами Российской Федерации.

Требования к использованию методов и средств ДЗЗ в интересах обеспечения экологического мониторинга

Государственный экологический мониторинг представляет собой комплексную систему наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Экологический мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, земель, лесов, водных объектов, объектов животного мира, уникальной экологической системы озера Байкал, континентального шельфа РФ, состояния недр, исключительной экономической зоны, внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации. Задачами единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) являются: – регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентами природной среды, естественными экологическими системами, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды; – хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии окружающей среды; – анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений; – обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды. Общее требование использования методов и средств ДЗЗ в интересах обеспечения экологического мониторинга предусмотрено пунктом 8 Положения «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)», а именно: «Министерство природных ресурсов Российской Федерации и другие федеральные органы исполнительной власти при осуществлении в пределах своей компетенции экологического мониторинга взаимодействуют: с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий

стихийных бедствий – в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; с Министерством здравоохранения Российской Федерации – в рамках ведения социально гигиенического мониторинга; с Российским авиационно-космическим агентством – при предоставлении и использовании методов и средств дистанционного зондирования Земли в интересах обеспечения экологического мониторинга». Кроме того, действует подпункт 8 пункта 4 Положения «О государственной службе наблюдения за состоянием окружающей природной среды», а именно: «Основными задачами государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды являются: обеспечение необходимой полноты и достоверности информации о состоянии окружающей природной среды и сопоставимости этой информации на всей территории страны, оптимизация использования наземных, авиационных и космических систем наблюдений». Конкретные требования использования ДДЗЗ предусматривают ведомственные положения, приказы и постановления.

Авторское право на ДДЗЗ

В настоящее время во всем мире признается практика распространения ДДЗЗ спутниковыми операторами как объектов авторских прав на основании лицензионных соглашений. В соответствии с нормами российского законодательства ДДЗЗ являются объектами авторских прав, что подтверждено пунктом 12 Постановления правительства РФ № 326 от 28 мая 2007 г., согласно которому «охрана авторских прав на ДДЗЗ осуществляется в соответствии с законодательством РФ» [34]. Также в этом Постановлении дается исчерпывающий перечень материалов, которые следует считать ДДЗЗ, а именно: «первичные данные, полученные непосредственно с помощью аппаратуры, установленной на борту космического объекта, и передаваемые или доставляемые на Землю из космоса с использованием электромагнитных сигналов, фотопленки, магнитной ленты или какими-либо другими способами, а также материалы, полученные в результате обработки первичных данных, осуществляемой в целях обеспечения возможности их использования»

Практика применения ДЗЗ в суде

ДДЗЗ являются общепризнанными в мировой судебной практике доказательствами в спорных ситуациях. Земельные вопросы, незаконное строительство, незаконное использование природных ресурсов,

трансграничные споры, определение ущерба – это только часть вопросов, которые могут быть решены с использованием ДДЗЗ. В российской судебной практике ДДЗЗ стали применяться сравнительно недавно. На рис. 2 представлен результат работы по выявлению незаконной добычи угля на территории Кемеровской области. Еще одним примером является обследование более 50 млн. га лесных угодий РФ с целью выявления незаконных рубок леса, которое было проведено в 2005 г.

2. Применение ДЗЗ в мониторинге состояния ОПС

Мониторинг состояния территории по ДДЗЗ осуществляется на протяжении уже более 40 лет. Первые данные, полученные с использованием космических съемочных систем, показали огромную информативность и большой исследовательский потенциал подобных систем наблюдения. Даже в настоящее время по оценкам многих ученых тот потенциал, который несут в себе ДДЗЗ, до конца не исследован и основная задача заключается в разработке новых высокопродуктивных систем обработки и анализа информации. Даже без использования дополнительных средств обработки обычный пользователь может определить изменения состояния территории на основе визуального изучения разновременных космических снимков. При использовании специализированного программного обеспечения количество получаемой при обработке ДДЗЗ информации увеличивается многократно. С использованием алгоритмов автоматической классификации можно определить качественные характеристики любого пространственного объекта и исследовать состояние территории. В настоящее время в РФ применяются следующие виды мониторинга: базовый, периодический и оперативный мониторинг. На всех этапах мониторинга возможно применение ДДЗЗ.

Структура окружающей среды и состав объектов государственного экологического мониторинга определены законодательством и решениями Правительства РФ. Это территориальные объекты, компоненты природной среды (недра, земли, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир, иные организмы), антропогенные воздействия (выбросы, сбросы, отходы, физические воздействия, экологические правонарушения).

Под государственным мониторингом окружающей среды (государственным экологическим мониторингом) понимается комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Мониторинг решает четыре задачи: наблюдение,

оценка, прогноз, выработка рекомендаций органам управления по предотвращению вредных воздействий на окружающую природную среду.

3. Использование ДДЗЗ при мониторинге геопространства чрезвычайной ситуации

Природные и техногенные объекты в своей совокупности образуют сложные техногенные природно-территориальные комплексы (ТПТК). Границы ТПТК в пространстве определяются по ряду критериальных признаков, которыми являются границы ландшафтов, зоны влияния определенных процессов или явлений, ареалы распространения различного вида характерных территориальных особенностей и т. д.

Происходящие в настоящее время чрезвычайные ситуации (ЧС) природного и техногенного характера оказывают влияние на методику определения границ ТПТК. ЧС распространяется на несколько территориальных зон или сред, в которых могут находиться различное число ТПТК. Некоторые ЧС оказывают влияние на совокупность природных сред: геологическую, географическую, космическую. Такие ЧС являются наиболее опасными и, как правило, влекут за собой огромные материальные потери и жертвы среди населения. Все это даёт полное право наряду с термином «геопространство» выделить отдельную терминологическую единицу – «геопространство чрезвычайной ситуации» (ГЧС).

ГЧС – это ограниченное факторами влияния чрезвычайной ситуации множество пространственных объектов процессов и явлений. Для характеристики ГЧС предлагается использовать различные классификационные признаки. Для определения территориальной локализации ГЧС применима традиционная классификация ЧС: глобальные, континентальные, региональные, локальные. Определяя распространение ЧС, следует различать геопространство ЧС, которая произошла в географической, геологической, космической среде. ГЧС по распространению может охватывать несколько сред. Ранжирование ЧС по величине ущерба также является одной из важных классификационных характеристик, однако этот показатель не оказывает прямого влияния на определение ГЧС как пространственно-временной зоны ЧС. Ущерб может быть фактическим и прогнозным. Как правило, величина прогнозного ущерба определяется по значению максимального распространения ГЧС. Временной фактор может значительно расширить локализацию ГЧС.

Например, ГЧС, связанное с таянием ледников на нашей планете, характеризуется как глобальное (планетарное) многосредовое. Интересным примером является ГЧС подземного ядерного взрыва. Если изначально при

проведении испытаний ГЧС рассматривалось как локальное в геологической среде, то со временем ГЧС расширяется до регионального уровня с распространением в географической и геологической среде.

Таким образом, для определения ГЧС необходимо не только обозначить пространственную границу ЧС, но и исследовать влияние ЧС на различные природные среды.

4. Геоинформационное обеспечение для управления кризисными ситуациями

Современное развитие геоинформационных технологий позволяет осуществлять подготовку различного вида тематических (сюжетных) цифровых картографических проектов. В силу ориентирования политики государства на раннее предотвращение кризисных ситуаций и ликвидацию их последствий, актуальным является подготовка геоинформационного обеспечения для моделирования, анализа и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Существенный вклад в развитие этого направления вносят современные средства сбора пространственных данных. В первую очередь, это космические съемочные системы и различные сенсоры, в том числе и интегрированные с технологиями глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), используемые для поверхностного мониторинга состояния промышленных и природных объектов.

Геоинформационное обеспечение для управления кризисными ситуациями можно разделить на три основных типа.

1. Актуальные, динамически изменяющиеся мониторинговые данные состояния пространственных объектов.

2. Прогнозные пространственные аналитические модели, описывающие различные сценарии развития кризисных ситуаций и ликвидации их последствий.

3. Статистические пространственно-ситуационные модели управления кризисными ситуациями.

Как правило, для управления пространственными объектами повышенного класса опасности используются все три вида геоинформационного обеспечения. Примером может выступать промышленный объект повышенного класса опасности – атомная электрическая станция.

В динамическом режиме организовывается постоянный космический мониторинг состояния объекта и прилегающей территории. Сенсорные съемочные системы, в том числе ГНСС, также обеспечивают контроль

геометрических характеристик объекта. Современные роботизированные электронные тахеометры с ГЛОНАСС/GPS-модулем позволяют вести мониторинг состояния объекта и улавливать самые незначительные изменения его пространственных характеристик.

Прогнозные пространственно-аналитические модели описывают различные сценарии развития кризисных ситуаций. При этом важным является создание наиболее полного перечня вариантов развития ситуации и прогноз их последствий. Для выполнения этих работ используются различные математические модели, аналитические данные о происходивших ранее кризисных ситуациях. Как правило, созданные модели ранжируются по вероятности возникновения, величине ущерба и т. д.

На основе созданных сценариев чрезвычайных ситуаций строится третий вид геоинформационного обеспечения кризисного менеджмента – статистические пространственно-ситуационные модели. Эти модели носят обобщающий характер и служат для оперативного управления кризисными ситуациями в момент их возникновения. В качестве примера можно привести как самые простые ситуационные модели – планы эвакуации людей из здания при пожаре, так и более сложные – планы эвакуации населения из регионов, подверженных опасности затопления при крупных авариях на гидротехнических сооружениях или при угрозе радиоактивного заражения из-за аварии на атомных станциях.

5. Технология геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов ТПТК

Большинство современных техногенных природно-территориальных комплексов видоизменяются во времени, приобретают новые качества. При этом техногенный характер возникновения объекта предполагает наличие проектных показателей нормального состояния и функционирования ТПТК. В ряде случаев подобного рода показатели определены в нормативно-правовых актах, санитарных нормах и правилах, показателях предельно-допустимых концентраций и т. п. Мониторинг состояния ТПТК выполняется на различных уровнях, при этом, в современном понимании, мониторинг не ограничивается определением происходящих изменений. Создаются разновременные базы данных, которые содержат комплекс разнородных данных. ДДЗЗ и векторная геоинформация составляют основу для осуществления геоинформационного мониторинга.

Этап 1. Анализ управляющих задач. Для проведения анализа все задачи разделяются на группы по уровню требуемых информационных ресурсов.

Следует учитывать, что для решения сложных задач территориального управления недостаточно использовать только картографическую информацию (топографические карты, планы, схемы, тематические карты). Для оперативного управления территориями необходим новый информационный ресурс, включающий базы данных разнородной информации (пространственной и семантической).

Этап 2. Формирование геоинформационной основы территории. Геоинформационная основа (ГИО) понимается как совокупность цифровых картографических материалов, представленных в одной системе координат, созданных с использованием общего набора правил представления и описания пространственных объектов, процессов, явлений. ГИО автоматизированной системы геоинформационного мониторинга служит для решения различного класса задач:

- справочно-картографическое обеспечение всех управляющих структур, а также населения территории; комплексный подход к решению задач кадастра, мониторинга, навигации, диспетчеризации, оптимизации транспортных потоков, решение задач сетевого анализа; техническое обеспечение возможности широкого использования населением глобальной навигационной системы;

- кадастр, градостроительство, инженерное обустройство территории; оперативное принятие управленческих решений в сфере осуществления руководства и планирования устойчивого развития территорий;

- организация диспетчерского контроля за ситуацией с привлечением широкого круга специалистов; планирование и осуществление мероприятий правоохранительными структурами и МЧС;

- накопление и использование информации по основным показателям развития территории (производство, социально-экономическое развитие, жилье, транспорт, экология и т. д.); осуществление внутрихозяйственного и межхозяйственного землеустройства и планирования мероприятий по рациональному природопользованию;

- оценка величины антропогенной трансформации и уровня техногенной нагрузки на территорию; снижение риска возникновения природных и техногенных катастроф.

ГИО территории формируется на основе банка разнородных данных геоинформационного проекта.

При рассмотрении вопроса создания банка данных системы геоинформационного мониторинга необходимо, в первую очередь, представлять, что решение данного класса задач является весьма

дорогостоящим. При этом система будет приносить прибыль или другие различного рода не материальные положительные результаты только при постоянном ее поддержании в актуальном состоянии. В настоящее время наиболее перспективным и значимым является направление постоянного мониторинга территории на основе космических снимков. Однако и здесь существуют различия во временных интервалах мониторинга. В первую очередь, связано это со степенью техногенного освоения территории, а также с динамикой происходящих на территории природных процессов.

Этап 3. Формирование геоинформационного ресурса. Основой функционирования системы геоинформационного мониторинга Новосибирского водохранилища является банк разнородной комплексной информации, организованный на основе геоинформационной системы. Формирование геоинформационного ресурса должно осуществляться комплексно с использованием различных систем наблюдений и измерений. Информация представляется в следующих видах:

а) графическая – цифровые модели природных и техногенных объектов, карты, схемы, ортофотопланы, космические снимки и т. п.;

б) семантическая – информация, которая отображает состояние объекта на текущий момент времени – это таблицы данных с основными характеристиками объектов, хранящихся в банке данных (БнД);

в) архивная информация – информация, которая «морально устарела» и составляет архив БД. Данная информация служит для анализа изменения ситуации и прогнозного моделирования;

г) производная информация – информация, полученная на основе анализа и обработки вышеперечисленных видов информации. Производная информация составляет базу знаний проектируемого БД. В базе знаний находятся: прогнозные модели, алгоритмы и программы для вычислений по созданным моделям, результаты вычислительных экспериментов. Текстовые материалы, представляющие собой описание цели, задач, методов проводимых исследований, а также полученные конкретные результаты, пополняют базу знаний БД.

Этап 4. Комплексная оценка территориальных систем. Под комплексной оценкой понимается геоинформационное исследование многих разнородных факторов и условий для оценивания реального состояния ТПТК.

а) отбор и определение видов использования территории и отдельных групп факторов территориального комплекса или системы, по которым проводится оценка различных частей изучаемой территории. При этом используются функции ГИС по работе с базами пространственных и

атрибутивных данных, а также широкий спектр возможностей по агрегированию данных;

б) определение характеристик и критериев оценки отдельных элементов, которые подлежат рассмотрению в зависимости от предлагаемого вида использования территории;

в) разработка алгоритма определения общих оценок, интегрирующих частные оценки отдельных элементов и подсистем, полученные на основе частных методик;

г) определение хозяйственной значимости и весомости отдельных элементов и подсистем для данного вида использования территории в зависимости от конкретных условий;

д) выбор способов и проведение математического анализа;

е) компонентное и комплексное картографирование, при этом разрабатывается несколько карт или геоинформационных проектов по основным, наиболее значимым оцениваемым факторам;

ж) определение критериев для характеристики показателей оценки территории;

з) выработка стратегии и тактики освоения и развития территориальных систем. При этом с использованием аппарата геоинформационного моделирования может быть предложен ряд альтернативных решений.

Этап 5. Формирование альтернативных решений. Данный этап работ является наиболее творческим в процессе геоинформационного исследования территории. При этом исследуются возможные направления развития тех или иных процессов.

Этап 6. Экспертный анализ. Этот этап является самым ответственным перед исследователями, так как полученные данные и альтернативные модели должны быть переданы экспертам для досконального изучения и проверки адекватности. В настоящее время в результате стремительного развития компьютерной техники и программного обеспечения во многих сферах жизни и деятельности современного общества упущен этап привлечения специалистов для оценки адекватности программных решений и моделей развития систем, которые предоставляют автоматизированные информационные системы. Данный тезис подчеркивает негативные, а в ряде случаев – катастрофические изменения природных комплексов под действием хозяйственной деятельности человека. В последние годы, а особенно в 2010 г., на первый план выходят экологические катастрофы, связанные с просчетами электронных помощников, которые повлекли нерациональное использование ТПТК: осушенные торфяники без проведения рекультивации, лесные массивы с отсутствием санитарных вырубок,

гидроэлектростанции и платины, на которых не проводятся геодезические деформационные и геодинамические наблюдения, – все перечисленные объекты стали источниками повышенной опасности. Основной причиной этого служит игнорирование результатов экспертного анализа. Одной из превентивных мер является разработка системы геоинформационного мониторинга состояния этих объектов.

Этап 7. Принятие управленческого решения.

Этап 8. Контроль работы системы геоинформационного мониторинга.

6. Автоматизированные системы поддержки принятия решения

На сегодняшний день приоритетной задачей в сфере обеспечения рационального и экологически-ориентированного природопользования на территории Российской Федерации является организация всестороннего исследования территории ТПТК. При этом основным компонентом мониторинга должна выступить геоинформационная система.

Географические информационные системы (ГИС) появились в середине XX в. – в момент, когда сложились условия для применения компьютерных технологий в областях, связанных с моделированием географического пространства и решением пространственных задач. Возможности ГИС – это широкий спектр задач анализа и прогнозирования явлений и событий окружающего мира, выявление главных факторов, причин и последствий предпринимаемых действий, планирование стратегических решений.

Согласно статистике, 85 % информации, с которой соприкасается человек, имеет территориальную привязку. Это обосновывает использование ГИС в областях, в которых осуществляются учет и управление территорией и объектами на ней.

Термин «географическая информационная система» обозначает не только «пространственность» или «территориальность», но и глубину и системность исследовательского подхода.

Основные цели разработки ГИС – получение набора решений на основе анализа и моделирования. Базовые группы операций анализа и моделирования выявились в результате многочисленных реализаций конкретных ГИС, т. е. обоснованы практикой. Это:

- операции по поиску объектов;
- работа с системой координат;
- оверлейные операции;
- буферизация;

- операции визуализации;
- графоаналитические операции

Особенностью ГИС-технологий является возможность объединения по географическому признаку любой разнородной информации и баз данных, возможность совместно обрабатывать и анализировать эту разнородную информацию, многократно увеличивая ее полезность (принцип синергетики), поэтому ГИС рассматриваются с различных позиций:

- как системы поддержки принятия управленческих решений ГИС предназначены для обеспечения принятия решений по оптимальному управлению пространственными объектами. В ГИС используются новые технологии пространственного анализа данных, таким образом, ГИС

- мощное средство преобразования и синтеза данных для задач управления;

- как автоматизированные информационные системы ГИС объединяют технологии известных информационных систем: автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных справочно информационных систем (АСИС) и др.;

- как геосистемы ГИС включают технологии географических информационных систем (ГИС), систем картографической информации (СКИ), автоматизированных фотограмметрических систем (АФС), автоматизированных кадастровых систем (АСК) и т. п.;

- как системы, использующие базы данных, ГИС используют широкий набор данных, объединяя в себе базы данных цифровой информации и графические базы данных;

- как системы моделирования ГИС используют максимальное количество методов и процессов моделирования;

– как системы получения проектных решений ГИС применяют методы автоматизированного проектирования и решают ряд специальных проектных задач;

– как системы представления информации ГИС являются развитием автоматизированных систем документационного обеспечения (АСДО).

Географические информационные системы – эффективный инструмент современного менеджмента, представляющий собой новый уровень и способ интеграции и структурирования информации.

При сопоставлении определения, классификации и функций СППР и ГИС становится ясно, что ГИС можно рассматривать как класс СППР при управлении пространственной информацией. Геоинформационные СППР не заменяют «классические» СППР, а решают свой круг задач, образуя СППР на основе пространственных данных. Географические информационные системы – это средство, позволяющее ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений, обеспечивающее реализацию запросов и функций анализа пространственных данных, представления результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде.

Фактически идет интеграция СППР и ГИС в единую систему управления. Вообще в последнее время все более важной становится интеграция ГИС-решений с информационными системами других типов в рамках предприятия.

Географическая информационная система может одновременно рассматриваться как инновационный инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии – типичная современная ситуация, характеризующая интеграцию науки и производства.

Пример работы сппр в земледелии

Для реализации технологии точного земледелия разработано множество специализированных ГИС, которые содержат в своих тематических слоях информацию, необходимую для рационального земледелия, например, содержание гумуса, фосфора, калия, азота, агрофизические свойства почвы, рельеф, климатические условия и многие другие данные. СППР, используя данные ГИС, на основе заложенных алгоритмов обработки синтезирует карту операции на выполнение агротехнологической операции. Бортовой компьютер, установленный на с.- х. технике, сопоставляет полученные от космических аппаратов GPS координаты положения машины с данными карты состояния поля, в результате чего осуществляется выполнение

операции в данной точке участка в соответствии с запланированной схемой работ.

Функционально специализированные ГИС позволяют решать следующие задачи:

- составление и ведение цифровых карт полей сельскохозяйственного назначения;
- создание базы данных по истории полей для определения оптимального севооборота;
- определение состояния плодородия почвы и всхожести культур, рациональное использование минеральных удобрений и средств защиты растений;
- усовершенствование прогнозирования развития культур;
- определение площади водной эрозии;
- представление сведений, хранящихся в базе данных в табличном виде, составление карт и вывод их на печать;
- оценка рисков и уточнение страховых платежей.

В земледелии, в частности точном земледелии, используют также метод математического моделирования:

Динамические модели являются принципиально новым средством оценивания ситуации, складывающейся на с.-х. полях с выдачей прогнозов по состоянию посевов и среды обитания растений в реальном времени. Модель позволяет отслеживать динамику важнейших процессов, происходящих в почве, приземном воздухе и растительном покрове, начиная с момента сева (посадки) и кончая датой уборки урожая, являясь интеллектуальным ядром СППР в растениеводстве. Как правило, на вход модели поступают контролируемые (агротехника) и неконтролируемые (погода) воздействия. На выходе модели формируются динамические оценки и динамические прогнозы.

Существующая версия модели Agrotool, разработанной в лаборатории математического моделирования агроэкосистем АФИ (г. СанктПетербург), позволяет адекватно описывать следующие агротехнические мероприятия и получать оценку их влияния на продукционный процесс растений: обработка почвы, внесение удобрений и азотных подкормок, сев (посадку), поливы в орошаемом земледелии, укосы трав и уборку урожая.

В качестве погодных условий в модели используются суточные данные о метеопараметрах, измеряемых на метеостанциях или метеопостах.

Модель содержит математическое описание следующих процессов, имеющих место в системе «почва - растительный покров - приземный слой воздуха»:

- радиационный режим посева, включая коротковолновую, длинноволновую радиацию и ФАР,
- режим турбулентного переноса паров воды, тепла и углекислого газа в посевах, - динамика влагопереноса в почве,
- транспирация и физическое испарение,
- трансформация почвенной органики,
- динамика элементов питания растений (азот) в почве и посевах,
- фотосинтез растений,
- развитие растений в онтогенезе,
- рост отдельных органов растений (листьев, стеблей, корней, генеративных или запасных органов) и формирования урожая.

Модель имеет балансовый характер и рассчитывает все составляющие водного и теплового балансов, динамики питательных элементов в почве и накопления растениями органического вещества с суточным временным шагом.

Прикладные аспекты использования моделей в точном земледелии

Принятие решений, например, о необходимости дополнительного внесения удобрений на конкретном участке поля может основываться на информации, полученной с помощью глобальной позиционной и географической информационных систем, традиционных источников, а также на основе экспертных оценок практиков и модельных расчетов. Зная карты урожайности, почвенные и другие характеристики полей, используя математические модели, можно составлять программу движения машинного агрегата (например, с целью внесения удобрений) и по заданным программам вносить на конкретный участок поля соответствующее количество удобрений с сочетанием азота, фосфора и калия в необходимых пропорциях. В СППР неопределима роль моделей, которые в режиме предварительных расчетов, могут спрогнозировать последствия той или иной агротехнологии, рассчитать оптимальные дозы удобрений, спрогнозировать сроки наступления фенофаз, а эксперт по результатам модельных расчетов может дать оценку множеству возможных агротехнологий и отдельным агротехнологическим операциям по экономическим и экологическим критериям.

Подобного рода задачи имеют непосредственную связь с контрольной функцией системы кадастра и требуют для своего решения применения инновационных методов управления. Одним из них является создание аналитических систем поддержки принятия решения (АСППР). Основные элементы АСППР представлены на рис.

АСППР включает целый ряд средств, объединенных общей целью – способствовать принятию рациональных и эффективных управленческих решений на базе диалоговой автоматизированной системы, использующей правила принятия решений и соответствующие модели с базами данных, а также интерактивный компьютерный процесс моделирования. Основу АСППР составляет комплекс взаимосвязанных моделей с соответствующей информационной поддержкой исследования, экспертные и интеллектуальные системы, включающие опыт решения задач управления и обеспечивающие участие коллектива экспертов в процессе выработки оптимального решения. Пространственные данные, получаемые различными сенсорами, должны использоваться для создания моделей объекта, проверки адекватности этих моделей и разработки моделей поведения объекта в различных нештатных ситуациях.

На слайде утолщенными линиями показан цикл операций по государственному контролю за состоянием объекта управления. Связующее звено между объектом управления и управляющей структурой может отсутствовать. Показателем отсутствия управляющего воздействия является постоянное ухудшение состояния объекта управления и несоответствие его параметров критериям оптимальности. При этом контрольный орган управления должен воздействовать на управляющие структуры в соответствии с законодательством РФ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чандра А. М., Гош С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
2. Козлов Н. П., Козодеров В. В. Природа Земли из космоса. – СПб: Гидрометеоиздат, 1984. – 151 с.
3. Кантемиров Ю. И. Обзор современных радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли и методик их обработки с использованием программного комплекса Sarscape // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2010. – С. 15–18.
4. Баранов Ю. Б., Кантемиров Ю. И., Киселевский Е. В. Построение ЦМР по результатам интерферометрической обработки радиолокационных

- изображений ALOS PALSAR2008-07-31 // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2010. – С. 24–28.
5. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2011. – 416 с
 6. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования. – 2-е изд. – М.: Техносфера, 2006.
 7. Сечин А. Ю. Некоторые аспекты использования современных цифровых фотограмметрических камер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.racurs.ru/www_download/articles/DigitaLast.pdf.
 8. Morten Odegaard Nielsen True orthophoto generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sharpgis.net/projects/docs/imm-thesis2004-50_web.pdf.
 9. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010 г. – 560 с.
 10. Постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства РФ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/04/13/vozdushnoe-prostr-dok.html>.
 11. Приказ Министерства транспорта РФ от 16 января 2012 г. № 6 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Организация планирования использования воздушного пространства РФ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/04/04/aviapravila-dok.html>.
 12. Бутин В. В. Дистанционно пилотируемые летательные аппараты как источник данных ДЗЗ // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2012. – С. 24–27.
 13. Середович В. А., Дубровский А. В. Использование ГИС GeoMedia для создания банка данных по учету техногенной нагрузки на территорию ТПТК // Современные проблемы геодезии и оптики: сб. материалов ЛШ Международной науч.-технической конф., посвященной 70-летию СГГА. 11–21 марта 2003 г. Ч. III / СГГА. – Новосибирск, 2003. – С. 335–339.
 14. Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли; редакция 7. – Иркутск: ООО «Байкальский центр», 2008. – 80 с.
 15. Херринг Ч. Спутник WorldView-2 – новая веха в развитии технологий ДЗЗ // Геоматика № 2. – М.: Совзонд, 2010. – С. 5–9.

16. Слива И. В. Опыт применения в радарных ГИС данных ДЗЗ и ГЛОНАСС/GPS-технологий // Геоматика № 2. – М.: Совзонд, 2010. – С. 15–19.
17. Дубровский А. В. Геоинформационные системы: управление и навигация: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 96 с.
18. Дубровский А. В. Геоинформационные аспекты управления Новосибирским водохранилищем // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. «Агроинфо-2012». – Краснообск: СибФТИ, 2012. – С. 150–160.
19. Научному центру оперативного мониторинга Земли – 10 лет // Геоматика № 1, М.: Совзонд, 2010. – С. 21–24.
20. Боярчук К. А. Космический мониторинг геодинамической обстановки древних платформ // Геоматика № 2. – М.: Совзонд, 2012. – С. 46–51.
21. Федоровский В. С. Использование аэрокосмических данных высокого разрешения для целей геологической картографии // Геоматика № 1. – М.: Совзонд, 2012. – С. 52–54.
22. Горбунов А. В. Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» // Геоматика № 1. – М.: Совзонд, 2010. – С. 30–35.
23. Басков Р. С. Использование мобильного ситуационного центра планирования, приема и обработки данных космической съемки в борьбе с лесными пожарами // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2010. – С. 36–39.
24. Парин В. А. Применение космических снимков в муниципальном управлении урбанизированных территорий для задач территориального планирования // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2009. – С. 40–55.
25. Кобзева Е. А. Создание топографических планов масштаба 1 : 2 000 для разработки градостроительной документации средних и малых населенных пунктов // Геоматика № 3. – М.: Совзонд, 2010. – С. 60–63.
26. Чернов А. В. Мониторинг с помощью ДДЗ и практика регионального управления // Земля из космоса. – Вып. 7. – М.: СКАНЭКС, 2010. – С. 15–16.
27. Серебряков В. Б. Региональный центр космического мониторинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sovzond.ru/about/publications/540/3798.html>.
28. «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 20.12.2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/okrsred>.
29. Балагуров А. А. Анализ действующего российского законодательства в части положений, связанных с приемом, обработкой и использованием

данных ДЗЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.gisa.ru>.

30. Положение «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга): утв. Постановлением Правительства РФ от 31.03.2003 №177. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.