



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры



Международный
центр компетенций
в горнотехническом образовании
под эгидой ЮНЕСКО

**Международная специальная краткосрочная программа
Международного центра компетенций в горнотехническом
образовании под эгидой ЮНЕСКО**

**РАЗРАБОТАНА В РАМКАХ СОДЕЙСТВИЯ ЭКСПОРТА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ**

«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»

Уровень программы: профессиональный

Форма обучения: очная

Объем программы: 68 часов

**Руководитель
программы:**

д.т.н., Мустафин М.Г.

**Составитель
программы:**

к.т.н., Грищенко Е.Н.



ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

1 Общие положения

1.1 Цель программы:

Цель программы – приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с прогрессивным геодезическим оборудованием.

1.2. Основные задачи программы

- **получение дополнительных знаний в области** производства инженерно-геодезических изысканий с применением электронного тахеометра, наземного лазерного сканера, спутниковых приемников, беспилотных летающих аппаратов и т.д.;
- **получение дополнительных знаний в области** промышленной геодезии и сопутствующих инженерных работ, маркшейдерского дела.

1.3 Категория слушателей:

Студенты и аспиранты, обучающиеся по направлениям подготовки, связанным с производством инженерно-геодезических изысканий, дистанционным зондированием и ГИС-технологиями, маркшейдерским делом.

1.4 Планируемые результаты обучения

Перечень дополнительных профессиональных компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате реализации программы обучения:

- способность планировать и осуществлять наблюдения за деформациями и осадками зданий и технических сооружений и анализу их результатов;
- способность выполнять комплекс фотограмметрических работ при проектировании, изысканиях, строительстве инженерно-технических объектов и обеспечения кадастра и землеустройства;
- способность к выполнению инженерно-геодезических съемок застроенных территорий;
- способность к решению фундаментальных и прикладных задач координатно-временного обеспечения инженерно-геодезических работ;
- способность к владению спутниковыми технологиями создания геодезических сетей специального назначения и решения задач геодинамики;
- способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и владению методами наблюдения за деформациями инженерных сооружений;
- владение методами получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды при изучении природных ресурсов методами геодезии и дистанционного зондирования;
- способность к разработке технологий инженерно-геодезических работ при инженерно-технических изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений;
- способность к проведению мониторинга окружающей среды на основе топографо-геодезических, гравиметрических и картографических материалов, дистанционного зондирования и ГИС-технологий, к изучению развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов, обеспечение их безопасности при развитии негативных природных явлений и инженерной деятельности.

1.5 Требования к результатам освоения программы:

С целью достижения указанных в п. 1.4 дополнительных профессиональных компетенций, слушатели в процессе освоения Краткосрочной программы должны:

Получить знания по вопросам:

- изучения динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и владению методами наблюдения за деформациями инженерных сооружений;
- получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды при изучении природных ресурсов методами геодезии и дистанционного зондирования;
- разработки технологий инженерно-геодезических работ при инженерно-технических изысканиях для проектирования.
- разработки технологий инженерно-геодезических работ для строительства инженерных сооружений;
- разработки технологий инженерно-геодезических работ для эксплуатации инженерных сооружений;
- проведения мониторинга окружающей среды на основе топографо-геодезических материалов.
- проведения мониторинга окружающей среды гравиметрических и картографических материалов, дистанционного зондирования и ГИС-технологий,
- изучения развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов.
- обеспечение безопасности инженерных объектов при развитии негативных природных явлений и инженерной деятельности.

Развить умения:

- по созданию трехмерных моделей физической поверхности Земли;
- по созданию трехмерных моделей зданий и инженерных сооружений;
- в области развития инфраструктуры пространственных данных;
- в области владения спутниковыми технологиями создания геодезических сетей специального назначения
- в области решения задач геодинамики;
- по выполнению инженерно-геодезических съемок застроенных территорий;
- по выполнению работ по топографо-геодезическому и картографическому обеспечению, городского хозяйства, технической инвентаризации,
- в области ведения кадастра объектов недвижимости и землеустройства,
- в области создания оригиналов инвентаризационных и кадастровых карт и планов, других графических материалов.

Приобрести навыки:

- проведения специальных геодезических измерений при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи);
- проведения спутниковых наблюдений при построении геодезических сетей
- проведения спутниковых наблюдений при и мониторинге земной поверхности;
- выполнения специализированных инженерно-геодезических работ при изысканиях;

- выполнения специализированных инженерно-геодезических работ при проектировании инженерных объектов;
- выполнения специализированных инженерно-геодезических работ при строительстве инженерных объектов;
- выполнения специализированных инженерно-геодезических работ при эксплуатации инженерных объектов;
- выполнению работ по инженерно-геодезическому обеспечению городского хозяйства,
- выполнению работ по инженерно-геодезическому обеспечению кадастра объектов недвижимости и землеустройства.

1.6. Календарный учебный график

Условные обозначения:

Теоретическое обучение	час
Итоговая аттестация	ИА

Форма обучения	Дни недели/ауд.час										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
очная	6	8	8	8	8	-	-	8	8	8	2 ИА

1.7. Учебный план:

№	Наименование дисциплин (модуля)	Всего часов	В том числе					
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Выездные мастер-классы	Итоговая аттестация
1	Введение. Электронное геодезическое оборудование	2	2	-	-	-	-	-
2	Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле	18	8	10	-	-	-	-
3	Лазерное сканирование и БЛА	16	8	4	-	-	4	-
4	Спутниковая и космическая геодезия	12	6	6	-	-	-	-
5	Математическая обработка, ГИС и автоматизация	14	10	4	-	-	-	-
6	Итоговая аттестация	6	-	-	-	4	-	2
	Всего	68	34	24	-	4	4	2

1.8 Объем программы и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Часы
Лекционные занятия	34
Практические занятия	24
Выездные мастер-классы	4
Итоговая аттестация	2
Всего очных занятий	64
Самостоятельная работа, включая подготовку к итоговой аттестации	4
Общий объем программы	68

2. Содержание обучения:

2.1 Содержание обучения по программе:

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
Введение. Электронное геодезическое оборудование	Назначение, особенности, инструментальные характеристики используемого геодезического оборудования.	2
Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле	<ul style="list-style-type: none">• Инженерно-геодезические изыскания с применением электронного и оптико-механического оборудования;• Геодезия в строительстве и эксплуатации инженерных сооружений;• Маркшейдерские работы при подземном строительстве и в рамках обеспечения горных работ.	18
Лазерное сканирование и БЛА	<ul style="list-style-type: none">• Наземное лазерное сканирование;• Мобильное и воздушное лазерное сканирование;• Работа с беспилотными летательными аппаратами.	16
Спутниковая и космическая геодезия	<ul style="list-style-type: none">• Спутниковая геодезия в рамках инженерных изысканий;• Дистанционное зондирование Земли из космоса;• Радарные съемки.	12
Математическая обработка, ГИС и автоматизация	<ul style="list-style-type: none">• Ключевые аспекты курса теории математической обработки геодезических измерений;• Программирование в прикладной геодезии;• Геоинформационные системы и базы данных.	14

2.2. Рабочие программы дисциплин (модулей) – представлены в Приложении 1.

2.3. Формы аттестаций по программе:

Для оценки качества усвоения знаний, умений и опыта деятельности предусмотрены текущий и итоговый виды контроля.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основе контрольных вопросов по каждому изучаемому модулю и должны быть сданы обучающимися в ходе учебного периода.

Форма итоговой аттестации по программе – зачет.

К зачету допускаются только те слушатели, которые успешно прошли текущий контроль по изученным модулям.

2.4. Оценочные материалы:

Примерный перечень вопросов для подготовки к текущему и итоговому контролю:

1. Виды и назначение современных геодезических приборов.
2. Классификация геодезических приборов по точности.
3. Виды съемок и инженерно-геодезических изысканий.
4. Порядок измерений электронным тахеометром.

5. Преимущества вычисления площади земельного участка с помощью тахеометра.
6. Порядок измерения площади земельного участка с помощью тахеометра.
7. Назначение горизонтального и вертикального круга.
8. Порядок установления трубы для наблюдений.
9. Принципиальные отличия электронного теодолита от оптического.
10. Устройство и принцип работы оптического нивелира.
11. Устройство и принцип работы лазерного нивелира.
12. Области применения оптических и лазерных нивелиров.
13. Геодезические работы, выполняемые при изысканиях сооружений линейного типа.
14. Основные виды геодезических работ при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений.
15. Проектные и рабочие отметки. Определение местоположения точек нулевых работ.
16. Последовательность операций на станции при тахеометрической съемке.
17. Геодезические расчеты при проектировании горизонтальной площадки при условии соблюдения баланса земляных работ.
18. Понятие и цели проведения геодезического мониторинга.
19. Приборы и технология измерений в рамках деформационного мониторинга.
20. Геодезические измерения горизонтальных и вертикальных смещений.
21. Работа с роботизированными станциями.
22. Мониторинг деформационных процессов строительных и инженерных объектов.
23. Мониторинг деформационных процессов горнотехнических предприятий.
24. Мониторинг деформационных процессов памятников архитектуры и градостроительства.
25. Технические и технологические средства деформационного мониторинга.
26. Технологии построения трехмерных моделей с использованием лазерных сканеров.
27. Импульсный метод измерения расстояний.
28. Фазовый метод измерения расстояний.
29. Типы лазерных сканеров и технические характеристики.
30. Классификация лазерных сканеров по степени безопасности.
31. Аппаратные средства для сканирования, дополнительное оборудование для НЛС.
32. Мобильные системы лазерного сканирования.
33. Источники ошибок наземных лазерных сканеров.
34. Технология сбора пространственных данных при наземном лазерном сканировании.
35. Предварительная обработка результатов сканирования.
36. Оценка точности внешнего ориентирования сканов.
37. Анализ точности внешнего ориентирования сканов.
38. Создание базы геопространственных данных.
39. Методы моделирования и отображения поверхности.
40. Оформление цифрового топографического плана.
41. Оценка точности создания топографического плана.
42. Классификация, устройство и характеристики беспилотных летательных аппаратов.
43. Выполнение аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов.
44. Аэрофотосъемка с пилотируемых летательных аппаратов.
45. Порядок выполнения комплексных кадастровых работ.
46. Особенности выполнения комплексных кадастровых работ.
47. Проблемы нормативно-правового обеспечения полетов гражданских беспилотных летательных аппаратов.
48. Порядок получения разрешения на использование воздушного пространства для гражданских беспилотных летательных аппаратов.

49. Применение беспилотных летательных аппаратов при выполнении кадастровых работ.
50. Системы спутникового позиционирования (NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, Галилео, Beidou, IRNSS).
51. Режимы измерений (Статика, Быстрая статика, Реокупация, Кинематика, Стой–иди).
52. Методика определения координат пунктов с помощью спутниковой аппаратуры.
53. Статическое позиционирование и кинематические измерения.
54. Точность спутниковых измерений.
55. Использование и средства дистанционного зондирования.
56. Техника и технология дистанционного зондирования.
57. Системы дистанционного зондирования.
58. Цифровая обработка изображений.
59. Примеры применения дистанционного зондирования.
60. Инерциальная система координат, применяемая для изучения движения искусственных спутников Земли.
61. Скорость спутника (невозмущенное движение).
62. Дифуравнение движения искусственных спутников Земли в общем виде.
63. Невозмущенное и возмущенное движение искусственных спутников Земли. Причины возмущений.
64. Область применения и назначение математической обработки геодезических измерений.
65. Законы распределения ошибок.
66. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим.
67. Основы корреляционного и регрессионного анализа.
68. Статистическая связь между случайными величинами.
69. Линейная и нелинейная корреляция.
70. Уравнение регрессии.
71. Ошибки измерений и их классификация.
72. Математическая обработка равноточных измерений одной величины.
73. Обработка неравноточных измерений.
74. Уравнивание результатов измерений по методу наименьших квадратов.
75. Матрицы и основные операции над ними: сравнение, сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование, обращение квадратной матрицы.
76. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений параметров и функций от них при параметрическом способе уравнивания.
77. Поэтапная реализация технологии параметрической версии МНК-оптимизации: особенности этапов, контроля отдельных шагов и процесса в целом.
78. Учёт ошибок координат опорных пунктов при МНК-оптимизации геодезических измерений.
79. Глобальные, субконтинентальные, национальные, региональные, субрегиональные и местные ГИС.
80. Моделирование предметных областей различной информации.
81. Способы цифровой обработки изображений.
82. Пространственно-временные ГИС.
83. Системное проектирование ГИС.
84. Современные информационные технологии.
85. Современное состояние информатизации геодезического производства.
86. Аппаратно-техническое и программное обеспечение информационных технологий.
87. Аппаратно-техническое обеспечение информационных технологий.
88. Общий состав и структура ЭВМ и вычислительных систем.

89. ГИС и основы информационного моделирования.

90. Виды и назначение геодезического программного обеспечения.

2.5. Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций) – представлены в Приложении 2.

2.6. Вид документа, подтверждающий прохождение обучения:

После успешного окончания обучения выдается сертификат о прохождении Международной специальной краткосрочной программы под эгидой ЮНЕСКО: «Инженерная геодезия: теория и практика».

3 Организационно-педагогические условия реализации программы:

3.1 Материально-технические условия реализации программы:

Для реализации программы используются 2 аудитории кафедр Инженерной геодезии и Маркшейдерского дела, оснащенные консолями для установки геодезического оборудования. В рамках образовательной программы используются 2 электронных тахеометра Sokkia, 2 комплекта спутниковых приемников Trimble, 1 наземная лазерная сканирующая система Z+F, 1 беспилотный летательный аппарат DJI.

3.2. Кадровое обеспечение образовательного процесса по программе:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Образование (вуз; год окончания; специальность)	Должность, ученая степень, звание, стаж работы в данной или аналогичной области, лет	Количество научных и учебно-методических публикаций
Руководитель программы				
1	Мустафин Мурат Газизович	Карагандинский политехнический институт, 1979 год, маркшейдерское дело	Горный университет, профессор, зав. кафедрой инженерной геодезии, 40 лет	Более 100
Профессорско-преподавательский состав программы				
2	Грищенко Екатерина Николаевна	Донецкий национальный технический университет, 2015 год, инженерная геодезия	Горный университет, ассистент, к.т.н., 1 год	Более 25
3	Зубов Андрей Владимирович	Ленинградский горный институт имени Г.В. Плеханова, 1978, прикладная геодезия	Горный университет, доцент, к.т.н., 41 год	Более 80
4	Кузин Антон Александрович	Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2011, картография	Горный университет, доцент, к.т.н., 5 лет	Более 40
5	Вальков Вячеслав Александрович	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2012, прикладная геодезия	Горный университет, доцент, к.т.н., 4 года	Более 40
6	Пономаренко Мария	Санкт-Петербургский государственный	Горный университет, инженер, к.т.н., 6 лет	Более 30

№	Фамилия, Имя, Отчество	Образование (вуз; год окончания; специальность)	Должность, ученая степень, звание, стаж работы в данной или аналогичной области, лет	Количество научных и учебно-методических публикаций
	Руслановна	университет, 2014, картография и геоинформатика		
7	Демидова Полина Михайловна	Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2010, городской кадастр	Горный университет, ассистент, к.т.н., 6 лет	Более 25
8	Казанцев Александр Игоревич	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013, прикладная геодезия	Горный университет, ассистент, к.т.н., 3 года	Более 25

Приложение 1
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой ЮНЕСКО
«Инженерная геодезия: теория и практика»

Рабочая программа модуля
«Введение. Электронное геодезическое оборудование»

1. Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	прак тич.	самост.	
1	<i>Введение. Электронное геодезическое оборудование</i>	2	2	–	–	–
1.1.	<i>Установочная лекция зав. кафедрой и специалистов кафедры</i>	2	2			–

2. Матрица формирования профессиональных компетенций

№ п/п	Наименование тем дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Профессиональные компетенции
1	<i>Введение. Электронное геодезическое оборудование</i>	2	способность к выполнению инженерно-геодезических съемок застроенных территорий

3. Содержание модуля

Модуль включает 2 часа лекции заведующего кафедрой и специалистов кафедры.

Содержание лекции.

Основные термины и понятия в геодезии. Задачи и методы геодезии. Место и роль геодезии в системе фундаментальных наук и наук о Земле. Краткие исторические сведения о геодезии. Понятия о форме и размерах Земли. Единицы измерений в геодезии. Современные приборы и программные комплексы по обработке результатов измерений.

Содержание понятия «геодезической съемки». Плановая и высотная съемки. Теодолитная, тахеометрическая, мензульная, фотограмметрическая съемки и нивелирование. Способы измерений, назначение, области применения и точности. Угловые измерения. Понятие о горизонтальных и вертикальных углах. Поверки и юстировки измерительных приборов. Линейные измерения, приборы и способы.

Современное электронное геодезическое оборудование. Электронные тахеометры. Наземные лазерные сканирующие системы. GNSS-приемники и спутниковая геодезия. Виды съемок и инженерно-геодезических изысканий.

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1.М.Р. Владимирова, И.Ю. Алейникова, И.В. Калинина. Автоматизация топографических съёмок. Часть I. Работа с электронным тахеометром: Учебно-методическое пособие. - М.: МИИГАиК, 2018. - 36 с.

2. Геодезия. Топографические съемки: Методические указания к учебной практике по геодезии / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Г.А. Головин, Ю.Н. Корнилов, А.А. Боголюбова. СПб, 2016. 102 с.

Рабочая программа модуля «Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле»

1. Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ. тич.	самост.	
1	<i>Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле</i>	18	8	10	–	текущий
1.1.	<i>Инженерно-геодезические изыскания</i>	4	2	2	–	–
1.2.	<i>Работа с оптико-механическим оборудованием</i>	2	2	–	–	–
1.3.	<i>Прикладная геодезия в строительстве</i>	2	–	2	–	–
1.4.	<i>Геодезия в строительстве и эксплуатации инженерных сооружений</i>	2	–	2	–	–
1.5.	<i>Прикладная геодезия в кадастре</i>	2	–	2	–	–
1.6.	<i>Маркшейдерские работы при подземном строительстве</i>	2	2	–	–	–
1.7.	<i>Маркшейдерское обеспечение горных работ</i>	2	–	2	–	–
1.8.	<i>Прогноз деформаций подрабатываемых объектов</i>	2	2	–	–	–

2. Матрица формирования профессиональных компетенций

№ п/п	Наименование тем дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Профессиональные компетенции
1	Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле	18	1) способность к выполнению инженерно-геодезических съемок застроенных территорий; 2) способность к разработке технологий инженерно-геодезических работ при инженерно-технических изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений; 3) способность к решению фундаментальных и прикладных задач координатно-временного обеспечения инженерно-геодезических работ; 4) способность планировать и осуществлять наблюдения за деформациями и осадками зданий и технических сооружений и анализу их результатов

3. Содержание модуля

Модуль включает 8 часов лекций и 10 часов практических занятий.

Содержание модуля разделено на 2 *части*: инженерная геодезия и маркшейдерское дело.

В раздел инженерной геодезии включены:

– лекции «Инженерно-геодезические изыскания», «Работа с оптико-механическим оборудованием»;

– практические занятия «Инженерно-геодезические изыскания», «Прикладная геодезия в строительстве», «Геодезия в строительстве и эксплуатации инженерных сооружений», «Прикладная геодезия в кадастре».

В раздел маркшейдерского дела включены:

– лекции: «Маркшейдерские работы при подземном строительстве», «Прогноз деформаций подрабатываемых объектов»;

– практическое занятие «Маркшейдерское обеспечение горных работ».

Содержание лекций и практических занятий.

Понятие, определение и цели геодезического мониторинга. Объекты мониторинга. Измеряемые параметры. Обоснование проведения геодезического мониторинга. Состав работ. Сбор и обобщение данных по проводимому ранее мониторингу исследуемых объектов и использование этих данных при общем анализе состояния объектов; создание исходного высотного обоснования; нахождение исходных реперов в районе производства работ, обследование их состояния на возможность

использования в качестве исходной основы; изготовление и закладка осадочных (деформационных) марок; плановая привязка осадочных марок; привязка исходных реперов к знакам существующей геодезической основы и приведение высотной исходной основы в единую систему высот с точностью, необходимой для обеспечения наблюдений за осадками фундаментов сооружения (нивелированием I класса); рекогносцировка мест установки инструмента для обеспечения измерений между реперами и осадочными марками с целью создания стандартной схемы измерений, повторяющейся в каждом цикле с минимальными изменениями; непосредственное выполнение измерений по реперам нивелированием I класса и осадочным маркам нивелированием II класса; контроль устойчивости исходных реперов; камеральная обработка выполненных измерений; подготовка и выпуск отчётной документации. Приборы и технология измерений. Деформационные (осадочные) марки. Геодезические измерения горизонтальных и вертикальных смещений. Компьютерные технологии. Роботизированные станции. Мониторинг деформационных процессов строительных и инженерных объектов. Мониторинг деформационных процессов горнотехнических предприятий. Мониторинг деформационных процессов памятников архитектуры и градостроительства. Методика наблюдений, технические и технологические средства.

4. Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Инженерно-геодезические изыскания	практическое занятие	2
2	Прикладная геодезия в строительстве	практическое занятие	2
3	Геодезия в строительстве и эксплуатации инженерных сооружений	практическое занятие	2
4	Прикладная геодезия в кадастре	практическое занятие	2
5	Маркшейдерское обеспечение горных работ	практическое занятие	2

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Борщ-Компонице В.И. Геодезия. Маркшейдерское дело: Учеб. для горн. и геол.-развед. спец. вузов. - М.: Недра, 1989. - 511 с.: ил., табл.

2. Маркшейдерские и геодезические приборы: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.А.Голованов. СПб, 2016. 22 с.

3. Маркшейдерское обеспечение безопасности при ведении горных работ. Построение границ опасных зон по прорывам воды в пластах с затопленными выработками: Методические указания к лабораторным

работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н.Гусев. СПб, 2016. 16 с.

4. Жуков Б.Н. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации промышленного предприятия: Методические указания.- Новосибирск: СГГА, 2000, 43 с.

5. Методические указания к курсовой работе для студентов строительных специальностей заочной формы обучения /Сост.: Т.П. Синютина, Л.Ю. Миколишина, Т.В. Котова, Воловник Н.С. - Омск: СибАДИ, 2011. 109с.

Рабочая программа модуля «Лазерное сканирование и БЛА»

1. Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ.ч.	самост.	
1	<i>Лазерное сканирование и БЛА</i>	16	12	4	-	текущий
1.1.	<i>Наземное лазерное сканирование (лекция и выездной мастер-класс)</i>	4	4	-	-	-
1.2.	<i>Методы обработки результатов наземного лазерного сканирование</i>	4	2	2	-	-
1.3.	<i>Мобильное и воздушное лазерное сканирование</i>	4	2	2	-	-
1.4.	<i>Аэрофотосъемка с использованием БЛА (выездной мастер-класс)</i>	2	2	-	-	-
1.5.	<i>Дроны: теория и практика</i>	2	2	-	-	-

2. Матрица формирования профессиональных компетенций

№ п/п	Наименование тем дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Профессиональные компетенции
1	Лазерное сканирование и БЛА	16	1) способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и владению методами наблюдения за деформациями инженерных сооружений; 2) владение методами получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды при изучении природных ресурсов методами геодезии и дистанционного зондирования

3. Содержание модуля

Модуль включает 12 часов лекций и мастер-классов и 4 часа практических занятий.

Содержание модуля разделено на 3 *части*: наземное лазерное сканирование, воздушное лазерное сканирование и работа с беспилотными летательными аппаратами.

В модуль включены два *выездных мастер-класса* по темам:

- наземное лазерное сканирование (на базе ООО «Промышленная геодезия»);
- аэрофотосъемка с использованием БЛА (на базе компании ООО «НПП “Бента”»).

В раздел наземного лазерного сканирования включены:

- лекции «Наземное лазерное сканирование», «Методы обработки результатов наземного лазерного сканирования»;
- практическое занятие «Методы обработки результатов наземного лазерного сканирования».

В раздел воздушного лазерного сканирования включены:

- лекция «Мобильное и воздушное лазерное сканирование»;
- практическое занятие «Мобильное и воздушное лазерное сканирование».

В раздел работы с БЛА включена:

- лекция «Дроны: теория и практика».

Содержание лекций, мастер-классов и практических занятий.

Лазерносканирующие системы. Технологии построения трехмерных моделей с использованием лазерных сканеров. Основные понятия о трехмерных лазерных сканерах и их функциональных возможностях. Принципы действия лазерных сканеров (ЛС). Импульсный метод измерения расстояний. Фазовый метод измерения расстояний. Особенности данных методов измерения длин линий. Типы лазерных сканеров. Технические характеристики ЛС. Классификация ЛС по степени безопасности. Форматы данных ЛС. Аппаратные средства для сканирования, дополнительное оборудование для НЛС. Мобильные системы лазерного сканирования. Источники ошибок НЛС. Инструментальные ошибки ЛС. Ошибки угломерных блоков. Точность работы дальномерного блока. Влияние атмосферы на точность измерения углов и длин линий. Внешние факторы, влияющие на точность НЛС. Влияние метрологических свойств объектов на точность НЛС. Влияние параметров сканирования на точность получаемых результатов. Проблемы НЛС.

Технология сбора пространственных данных при наземном лазерном сканировании. Принципиальные технологические схемы и процессы НЛС. Состав технического проекта. Рекогносцировка местности и составление абрисов. Составление рабочего проекта планово-высотного обоснования и наземного сканирования. Определение координат точек рабочего

съемочного обоснования. Методы проложения сканерных ходов. Производство работ при НЛС.

Предварительная обработка результатов сканирования. Оценка точности внешнего ориентирования сканов. Методы внешнего ориентирования сканов. Методы прямого определения линейных и угловых элементов внешнего ориентирования сканов. Анализ точности внешнего ориентирования сканов. Экспорт результатов сканирования в формат ПО для дальнейшей обработки.

Технологические схемы и способы камеральной обработки НЛС. Принципы построения 3D проекта. Создание базы геопространственных данных. Обработка материалов НЛС с помощью системы автоматизированного моделирования. Сшивка сканов. Методы регистрации сканов в заданной системе координат. Методы построения трехмерных примитивов. Изменение свойств для графических примитивов. Редактирование простых и составных объектов. Векторизация точечной модели. Создание ситуационной модели топографического плана. Создание цифровой модели рельефа на основе триангуляции Делоне (TIN) и Mesh. Методы моделирования и отображения поверхности. Оформление цифрового топографического плана. Оценка точности создания топографического плана.

История развития аэрофотосъемки. Современное состояние беспилотных летательных аппаратов. Классификация, устройство и характеристики беспилотных летательных аппаратов. Выполнение аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов. Сравнение методов дистанционного зондирования территорий в целях ведения государственного кадастра недвижимости. Аэрофотосъемка с пилотируемых летательных аппаратов. Космическая съемка. Аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов. Сравнение съемки с беспилотных летательных аппаратов с традиционными методами в экономическом отношении. Анализ нормативно – правового регулирования кадастровых работ и обеспечения полетов гражданских беспилотных летательных аппаратов. Порядок выполнения комплексных кадастровых работ. Требования к межевому плану и карте-плану территории. Особенности выполнения комплексных кадастровых работ. Проблемы нормативно-правового обеспечения полетов гражданских беспилотных летательных аппаратов. Порядок получения разрешения на использование воздушного пространства для гражданских беспилотных летательных аппаратов. Применение беспилотных летательных аппаратов при выполнении кадастровых работ.

4. Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Методы обработки результатов наземного лазерного сканирование	практическое занятие	2
2	Мобильное и воздушное лазерное сканирование	практическое занятие	2

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Основы наземной лазерно-сканирующей съёмки: Учеб. пособие / В.Н. Гусев, А.И. Науменко, Е.М. Волохов, В.А. Голованов. - СПб: Изд. СПГГИ(ТУ), 2011. 80 с.

2. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: Сибирская государственная геодезическая академия, 2009. – 261 с.

Рабочая программа модуля «Спутниковая и космическая геодезия»

1. Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ. тич.	самост.	
1	<i>Спутниковая и космическая геодезия</i>	12	6	6	–	текущий
1.1.	<i>GNSS-съёмки в геодезии</i>	2		2	–	–
1.2.	<i>Космическая геодезия и геодинамика</i>	4	2	2	–	–
1.3.	<i>Основы дистанционного зондирования Земли из космоса</i>	4	2	2	–	–
1.4.	<i>Радарные съёмки</i>	2	2		–	–

2. Матрица формирования профессиональных компетенций

№ п/п	Наименование тем дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Профессиональные компетенции
1	Спутниковая и космическая геодезия	12	1) способность к владению спутниковыми технологиями создания геодезических сетей специального назначения и решения задач геодинамики; 2) способность выполнять комплекс фотограмметрических работ при проектировании, изысканиях, строительстве инженерно-технических

		<p>объектов и обеспечения кадастра и землеустройства;</p> <p>3) владение методами получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды при изучении природных ресурсов методами геодезии и дистанционного зондирования;</p> <p>4) способность к проведению мониторинга окружающей среды на основе топографо-геодезических, гравиметрических и картографических материалов, дистанционного зондирования и ГИС-технологий, к изучению развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов, обеспечение их безопасности при развитии негативных природных явлений и инженерной деятельности</p>
--	--	--

3. Содержание модуля

Модуль включает 6 часов лекций и 6 часов практических занятий.

Содержание модуля условно разделено на 2 части: спутниковая геодезия и космическая геодезия.

В раздел спутниковой геодезии включено:

– практическое занятие «GNSS-съёмки в геодезии».

В раздел космической геодезии включены:

– лекции «Космическая геодезия и геодинамика», «Основы дистанционного зондирования Земли из космоса», «Радарные съёмки»;

– практические занятия «Космическая геодезия и геодинамика», «Основы дистанционного зондирования Земли из космоса».

Содержание лекций, мастер-классов и практических занятий.

Понятие «спутниковое позиционирование». Системы спутникового позиционирования (NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, Галилео, Beidou, IRNSS). Основные характеристики спутниковых навигационных систем. Система координат WGS-84. Способы позиционирования. Абсолютные измерения. Дифференциальные поправки и способ. Автономные наблюдения. Кодовые измерения и эфемериды. Фазовый метод измерений. Относительные измерения. Способы относительных измерений. Статическом позиционировании. Кинематические измерения. Точность измерений. Методика определения координат пунктов с помощью спутниковой аппаратуры. Последовательность работы. Режимы измерений (Статика, Быстрая статика, Реокупация, Кинематика, Стой–иди). Технологию съёмки местности. Работа с GPS-приемником на станции. Навигационные задачи.

Сущность, термин и определение дистанционного зондирования. Использование и средства дистанционного зондирования. В каких науках нашло свое применение дистанционное зондирование и для каких целей. Техника и технология дистанционного зондирования. Системы дистанционного зондирования. Устройства формирования изображений, регистрирующая среда и база. Архивы данных. Анализ изображений. Многоспектральные сканеры MSS. Цифровая обработка изображений. Компьютерные технологии. Примеры применения дистанционного зондирования (построение карт землепользования и топографических карт, метеорология - прогноз развития циклонов и т.д.).

4. Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	GNSS-съёмки в геодезии	практическое занятие	2
2	Космическая геодезия и геодинамика	практическое занятие	2
3	Основы дистанционного зондирования Земли из космоса	практическое занятие	2

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Шануров Г.А. Спутниковая геодезия. Учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям: «геодезия и дистанционное зондирование», «прикладная геодезия», «землеустройство и кадастр», «картография и геоинформатика» / Шануров Г.А. М.: МИИГАиК, 2015, 80 с.

2. Космическая геодезия и геодинамика. Методы и технологии выполнения геодезических работ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.Г. Мустафин, А.И. Казанцев. СПб, 2017. 23 с.

3. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсам: «Высшая геодезия», «Геотроника» и «Спутниковая геодезия». Изучение спутникового навигационного приёмника / Шануров Г.А., Ходаков П.А.; М.: МИИГАиК, 2016, 19 с.

**Рабочая программа модуля
«Математическая обработка, ГИС и автоматизация»**

1. Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ. тич.	самост.	
1	Модуль 4. Математическая обработка, ГИС и автоматизация	14	10	4	–	текущий
1.1.	<i>Теория математической обработки геодезических измерений</i>	4	2	2	–	–
1.2.	<i>Статистические методы обработки геодезических измерений</i>	2	2	–	–	–
1.3.	<i>Автоматизация геодезических расчетов</i>	2	2	–	–	–
1.4.	<i>Геоинформационные системы</i>	2	2	–	–	–
1.5.	<i>ГИС и базы данных</i>	4	2	2	–	–

2. Матрица формирования профессиональных компетенций

№ п/п	Наименование тем дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Профессиональные компетенции
1	Математическая обработка, ГИС и автоматизация	14	способность к проведению мониторинга окружающей среды на основе топографо-геодезических, гравиметрических и картографических материалов, дистанционного зондирования и ГИС-технологий, к изучению развития процессов деформаций и смещений природных и инженерных объектов, обеспечение их безопасности при развитии негативных природных явлений и инженерной деятельности

3. Содержание модуля

Модуль включает 10 часов лекций и 4 часа практических занятий.

Содержание модуля условно разделено на 3 части: математическая обработка геодезических измерений, геоинформационные системы и автоматизация вычислений.

В раздел математической обработки геодезических измерений включены:

– лекции «Теория математической обработки геодезических измерений», «Статистические методы обработки геодезических

измерений»;

– практическое занятие «Теория математической обработки геодезических измерений».

В раздел геоинформационных систем включены:

– лекции «Геоинформационные системы», «ГИС и базы данных»;

– практическое занятие «ГИС и базы данных».

В раздел автоматизации вычислений включена:

– лекция «Автоматизация геодезических расчетов».

Содержание лекций, мастер-классов и практических занятий.

Область применения и назначение математической обработки геодезических измерений. Случайные величины и их числовые характеристики. Моменты. Задача выравнивания статистического ряда. Кривые распределения. Законы распределения ошибок. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим. Основы корреляционного и регрессионного анализа. Статистическая связь между случайными величинами. Линейная и нелинейная корреляция. Уравнение регрессии. Понятие о множественной корреляции. Теория ошибок измерений. Ошибки измерений и их классификация. Случайные ошибки измерений, их свойства. Качество результатов измерений. Меры точности ошибок измерений. Средняя квадратическая, средняя арифметическая, вероятная ошибки. Предельная ошибка. Доверительный интервал. Отбраковка результатов измерений по внутренней сходимости (по размаху и допустимости экстремальных значений). Относительная ошибка. Соотношения, связывающие различные виды ошибок между собой. Средняя квадратическая ошибка функции независимых измерений. Прямая и обратная задача теории ошибок. Отбраковка промахов при первичной обработке измерений. Обоснование метода наименьших квадратов. Математическая обработка равноточных измерений одной величины. Простая арифметическая середина. Равноточные и неравноточные измерения. Двойные измерения. Определение средней квадратической ошибки по разностям двойных измерений. Обработка неравноточных измерений. Веса наблюдений. Весовое среднее. Средняя квадратическая ошибка наблюдений с весом, равным единице и средняя квадратическая ошибка весового среднего. Обработка экспериментальных данных по методу наименьших квадратов. Уравнивание результатов измерений по методу наименьших квадратов. Неопределенность решения, возникающая при наличии избыточной информации. Уравнивательные вычисления. Задачи уравнивательных вычислений и возможные методы их решений. Понятие о других методах оптимизации. Строгие и нестрогие способы уравнивания.

Понятие о геоинформационной системе. Глобальные ГИС, субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, региональные ГИС, субрегиональные ГИС, местные ГИС. Моделирование предметных областей различной информации (городские ГИС, муниципальные ГИС, МГИС, природоохранные ГИС, земельные информационные системы).

Решаемые средствами ГИС задачи (инвентаризация ресурсов, кадастры, анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений). Интегрированные ГИС. Способы цифровой обработки изображений (в том числе данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде. Масштабно-независимые ГИС (multiscale GIS, воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных). Пространственно-временные ГИС (spatio-temporal GIS). Реализация геоинформационных проектов. Системное проектирование ГИС (GIS designing). Понятие «геоинформатика».

Современные информационные технологии. Основные компоненты информационных технологий. Автоматизированное рабочее место. Современное состояние информатизации геодезического производства. Аппаратно-техническое и программное обеспечение информационных технологий. Аппаратно-техническое обеспечение информационных технологий. Общий состав и структура ЭВМ и вычислительных систем. Основные характеристики периферийных устройств. Классификация компьютеров. Программное обеспечение информационных технологий. Программное обеспечение информационных технологий. Классификация ПО. Установка программного обеспечения. Примеры использования прикладных программ. Современная система автоматизации делопроизводства и документооборота. Развитие офисной автоматизации. Основные функции современной офисной системы. Состав пакета электронного офиса. Информационные технологии и средства их обеспечения. Основные направления развития информационных технологий. Назначение географических информационных систем. Задачи ГИС. ГИС и основы информационного моделирования. Принцип работы ГИС. Понятие мультимедиа. Описание и основные возможности мультимедиа технологии. Цели применения продуктов, созданных в мультимедиа – технологиях.

4. Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Теория математической обработки геодезических измерений	практическое занятие	2
2	ГИС и базы данных	практическое занятие	2

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Е.А. Русяева. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие. Часть I. Теория ошибок измерений. - М.: МИИГАиК, 2016. - 56 с.

2. Самардак А.С. Геоинформационные системы: Учебник. — Владивосток: ДВГУ, 2005. — 124 с.

3. Федоров С.Ф., Вшивкова О.В., Швец С.В. Методические указания «Уравнивание геодезических измерений параметрическим способом» по курсу ТМОГИ для студентов III курса геодезического факультета. - М.: Изд. МИИГАиК, 2011.

4. Геоинформационные и земельные информационные системы: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О. Ю. Лепихина, Т. И. Балтыжакова. СПб, 2017. 18 с.

Приложение 2
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой ЮНЕСКО
«Инженерная геодезия: теория и практика»

Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций)

1 ЛЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1.1 Модуль

«Введение. Электронное геодезическое оборудование»

Геодезическое оборудование, в век современных инновационных технологий, когда на первое место выходят временные показатели, качество и стоимость работ, также должно отвечать современным требованиям. Данное обстоятельство находит отображение в изменении технологии проектирования и производства, а как следствие и замене парка геодезического оборудования.

Основными объектами геодезических измерений остаются:

- углы вертикальные и горизонтальные;
- расстояния горизонтальные, наклонные;
- определение координат объектов.

Международный рынок геодезического оборудования предлагает технику для выполнения практически любого спектра геодезических задач, а конкурентная борьба между корпорациями и фирмами производящими геодезические приборы положительно сказывается на ценообразовании и заставляет производителей находить все новые решения по уменьшению процессов измерений и обработки данных.

Сегодняшний пользователь – это высокообразованный специалист, а многофункциональное геодезическое оборудование – это техническое решение, которое позволяет выполнять инженерно-геодезические задачи. На российском рынке закрепились все ведущие производители данной техники: Leica, Topcon, Trimble, Nikon, Sokkia и др.

Одним из основных направлений деятельности каждой фирмы производящей геодезическое оборудование является разработка и выпуск тахеометров. Многофункциональный инструмент не заменим для решения множества задач в геодезии. Особенностью последних моделей данных геодезических приборов является то, что впервые тахеометр и его прилагаемое программное обеспечение могут формироваться из отдельных модулей для выполнения пожеланий пользователя.

А совместно, в комплекте с контроллером, а так же с радиомодемом, такие тахеометры способны выполнять работу в режиме полного робота, практически без участия человека. Роботизированные измерения

обеспечивают еще большее увеличение производительности и способствуют снижению затрат.

Менее сложное геодезическое оборудование (электронные теодолиты, дальномеры, лазерные построители и т. д.) на сегодня тоже активно используются при геодезических работах в строительстве и прочих инженерных изысканиях, и они претерпели серьезные технические изменения.

При высокоточном нивелировании широкое применение нашли электронные нивелиры с использованием специальных реек, которые позволяют полностью автоматизировать процесс работ, а в самом геодезическом оборудовании позволяет контролировать допуски и уравнивать нивелирный ход, что даёт возможность в полевых условиях оценивать качество выполняемых работ. Хорошо зарекомендовал себя цифровой нивелир TrimbleDiNi, надёжный прибор удобный интерфейс.

В обычную жизнь прочно вошло такое геодезическое оборудование, как Спутниковые Навигационные Системы, без которых не может обойтись современное общество, это "GPS", "ГЛОНАСС" и программное обеспечение по определению координат для геодезического применения. Данные позиционирования представляются в любом удобном для пользователя цифровом виде: в различных географических системах координат или в любой прямоугольной системе координат с возможностью систематизации объектов позиционирования.

Всё это способствовало радикальному развитию геодезического оборудования, внесло революционный прорыв в методики выполнения инженерных работ. В зависимости от стоимости, назначения, точности в настоящее время всегда есть возможность приобрести данную технику, с возможностью дальнейшего усовершенствования до более высокой модификации.

Уже в ближайшем будущем геодезическое оборудование на основе GPS и ГЛОНАСС - технологий займет достойное место при производстве инженерных изысканий и в значительной степени будет вытеснять традиционные методы производства геодезических работ.

Производство геодезических инструментов как отрасль переживает новый этап развития, всё возрастающая потребность в новой технике так же развитие электроники, лазерных, компьютерных технологий, спутниковых навигационных комплексов толкают производителей на разработку и производство не только новых моделей, но и принципиально другой техники. Т.к. геодезическое оборудование всегда было, есть и будет на острие новых технологических решений.

Понятие «геодезическое оборудование» включает в себя огромное количество приборов и инструментов, применяемых при проектировании, строительстве, ремонте и реконструкции зданий.

Геодезия как метод координатизации окружающего пространства известна с древности. Приборы для данных измерений постоянно

совершенствуется, однако, основные принципы их применения остаются прежними.

GPS-приёмники позволяют с высокой точностью определить координаты любого объекта. Спутниковое геодезическое оборудование бывает многочастотным, двух- и одночастотным. Благодаря широкому спектру возможностей такие GPS/ГЛОНАСС приемники способны заменить сразу несколько измерительных приборов. Они используются для замеров на большой площади, топографической съемки, межевания участков, съемки линейных объектов и т.д.

Тахеометры используются при тахеометрической съемке. Это современное оборудование для геодезических изысканий позволяет производить замеры горизонтальных и вертикальных углов, а также превышений и расстояний между точками. По области применения разделяют строительные, технические и инженерные тахеометры, а по принципу действия – оптические, цифровые и автоматизированные.

Теодолиты измеряют углы и направления. Обязательно входят в базовый комплект геодезического оборудования. Бывают двух видов: оптические или цифровые (электронные). Первые появились уже давно и считаются более надежными, хотя и требуют профессиональных навыков при работе. Вторые производят расчеты самостоятельно и с высокой точностью, поэтому они более просты в применении.

Нивелиры используются для определения разности высот между точками. Как и прочие геодезические приборы и оборудование, они классифицируются по конструктивным особенностям. Так, можно выделить оптические, цифровые и лазерные нивелиры. Наиболее просты в обращении последние – ими может пользоваться любой человек, не имея специальной подготовки.

Дальномеры являются более совершенным аналогом обычной рулетки. Это самостоятельный прибор, однако его возможности нередко включены в набор функций остального оборудования для геодезической съемки.

1.2 Модуль

«Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле»

Топографо-геодезические и маркшейдерские работы на сегодняшний день являются актуальными и востребованными услугами, так как в регионах осуществляется большое количество строительных работ, проводится массовая застройка малонаселенных территорий, промышленных предприятий, коммерческих структур.

Топографо-геодезические и маркшейдерские работы – это основательная база для планирования строительства различных зданий и сооружений. На основании топографических работ определяются технические решения, предсказываются и предотвращаются проблемы с подвижными пластами и другие сложности, которые могут возникнуть

вследствие строительства и дальнейшей эксплуатации объекта. С помощью топографо-геодезических работ проекты с планов переносятся в натуру с миллиметровой точностью, при этом учитываются объемы материалов, все работы ведутся с соблюдением геометрических параметров.

В перечень таких работ входит геодезическая съемка, изучение рельефа и его особенностей, оцениваются техногенные условия, проектируется и планируется строительство, формируется система учета технической инвентаризации, а также ведется государственный кадастр. На первом этапе создается топографо-геодезическая основа территории, комплектуется пакет документов на основании архивных документов по участку. Далее разбиваются границы данного участка для создания разбивочной сети опорных пунктов. Следующим этапом на участок переносятся проекты зданий и сооружений. Это перенос главных осей сооружений, то есть происходит детальная разбивка строительных осей и поперечников. Для конечного планового положения всего объекта проводится исполнительная геодезическая съемка. Данный этап необходим для контроля процесса возможных отклонений от утвержденного проекта. Далее ведется наблюдение за деформациями, наблюдаются возможные осадки и смещение точек. На заключительном этапе осуществляется камеральная обработка данных.

Маркшейдерские работы – это измерения и геометрические построения, вычисления, проводимые при разведке полезных ископаемых, а также во время строительства и проектирования, реконструкции и консервации предприятий, связанных с подземными работами. Такие работы позволяют собирать, систематизировать и обрабатывать информацию о горногеологических факторах. При этом постоянно происходит расширение сферы маркшейдерских работ. Сюда включают безопасное ведение горных работ, охрану природных объектов, зданий, сооружений, которые подвержены опасности от подвижек горных пород. Также создаются эффективные схемы ведения горных работ, охрана окружающей среды и рациональное использование полезных ископаемых, а разработка мероприятий, управляющих горным давлением – это тоже все часть работы маркшейдера.

Геодезические работы позволяют с миллиметровой точностью перенести проекты зданий и сооружений с бумаги на местность, рассчитать объемы необходимых для строительства материалов, контролировать соблюдение геометрических параметров конструкций. Без геодезических изысканий не обойтись также в горном деле, где важно точно рассчитать масштаб взрывных работ и объемы пород. Кроме того, геодезические такие изыскания являются первым этапом при прохождении регистрации прав на земельный участок.

На стадии проектирования сооружения проводятся различные исследования:

- инженерно-геодезические изыскания (получение материалов для проектирования);
- разбивочные работы (определение на выбранном для строительства участке положения основных осей и границ сооружения);
- исполнительные съёмки (установление на местности геометрических форм и размеров строительного объекта в соответствии с проектом, выявление возможных отклонений от проекта);
- наблюдения за деформациями земной поверхности или самого сооружения.

Геодезические работы состоят из следующих пунктов:

- определение координат с помощью GPS систем;
- создание и развитие плано-высотных геодезических сетей и строительных сеток при проведении инженерных изысканий в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, межевании земель, ведении кадастров, а также иных изысканий и специальных работ;
- геодезические работы, связанные с выносом в натуру и привязкой горных выработок, геофизических и других точек инженерных изысканий;
- геодезические стационарные наблюдения за деформациями оснований зданий и сооружений;
- камеральное и полевое трассирование объектов линейного строительства;
- геодезические исследования по определению в натуре скрытых подземных сооружений при ремонтных и других работах;
- геодезические изыскания при монтаже оборудования, выверке подкрановых путей и проверке вертикальности колонн, сооружений и их элементов.

1.3 Модуль «Лазерное сканирование и БЛА»

Наземный лазерный сканер (НЛС) — это съёмочная система, измеряющая с высокой скоростью (от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду) расстояния от сканера до поверхности объекта и регистрирующая соответствующие направления (вертикальные и горизонтальные углы) с последующим формированием трёхмерного изображения (скана) в виде облака точек.

Система наземного лазерного сканирования состоит из НЛС и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. НЛС состоит из лазерного дальномера, адаптированного для работы с высокой частотой, и блока развертки лазерного луча. В качестве блока развёртки в НЛС выступают сервопривод и полигональное зеркало или призма. Сервопривод отклоняет луч на заданную величину в горизонтальной

плоскости, при этом поворачивается вся верхняя часть сканера, которая называется головкой. Развёртка в вертикальной плоскости осуществляется за счёт вращения или качания зеркала.

В процессе сканирования фиксируется направление распространения лазерного луча и расстояние до точек объекта. Результатом работы НЛС является растровое изображение — скан, значения пикселей которого представляют собой элементы вектора со следующими компонентами: измеренным расстоянием, интенсивностью отражённого сигнала и RGB-составляющей, характеризующей реальный цвет точки. Для большинства моделей НЛС характеристики реального цвета для каждой точки получается с помощью неметрической цифровой камеры.

Другой формой представления результатов наземного лазерного сканирования является массив точек лазерных отражений от объектов, находящихся в поле зрения сканера, с пятью характеристиками, а именно пространственными координатами (x, y, z) , интенсивностью и реальным цветом.

В основу работы лазерных дальномеров, используемых в НЛС, положены импульсный и фазовый безотражательные методы измерения расстояний, а также метод прямой угловой развёртки (триангуляционный метод).

Импульсный метод измерения расстояний основан на измерении времени прохождения сигнала от приёмо-передающего устройства до объекта и обратно.

Импульсный метод измерения расстояний по точности уступает фазовому методу. Это происходит потому, что фактическая точность каждого измерения зависит от ряда параметров, каждый из которых может оказать влияние на точность конкретного измерения. Таковыми параметрами являются:

- длительность и форма (в частности, крутизна переднего фронта) зондирующего импульса;
- отражательные характеристики объекта;
- оптические свойства атмосферы;
- текстура и ориентация элементарной поверхности объекта вызвавшей отражение зондирующего луча по отношению к линии визирования.

Фазовый метод измерения расстояний основан на определении разности фаз посылаемых и принимаемых модулированных сигналов.

Режим работы фазоизмерительного устройства зависит от его температуры, с изменением которой незначительно изменяется фаза сигнала. Вследствие этого точное начало отсчета фазы определить нельзя. С этой целью фазовые измерения повторяются на эталонном отрезке (калибровочной линии) внутри прибора. Главное преимущество фазового метода измерения — более высокая точность, которая может достигать единиц миллиметров.

Всю совокупность ошибок в величинах, измеряемых НЛС, можно разделить на две группы:

- инструментальные, обусловленные качеством сборки и юстировки механических, оптических и электронных частей прибора (величины ошибок отражаются в техническом паспорте сканера и первоначально определяются на этапе сборки и юстировки прибора, а затем периодически — во время калибровки и метрологической аттестации НЛС);
- методические, источником которых является сам метод определения величин с помощью НЛС. Они могут быть вызваны окружающей средой (атмосферной рефракцией, затуханием электромагнитных волн, вибрацией прибора и т. п.) или обусловлены характеристиками объекта сканирования (размером, ориентацией, цветом, текстурой и т. д.).

Помимо высокой степени автоматизации, наземное лазерное сканирование обладает также следующими достоинствами по отношению к другим способам получения пространственной информации:

- возможность определения пространственных координат точек объекта в полевых условиях;
- трёхмерная визуализация в режиме реального времени, позволяющая на этапе производства полевых работ определить «мёртвые» зоны;
- неразрушающий метод получения информации;
- отсутствие необходимости обеспечения сканирования точек объекта с двух центров проектирования (стояния), в отличие от фотограмметрического способа;
- высокая точность измерений;
- принцип дистанционного получения информации обеспечивает безопасность исполнителя при съёмке труднодоступных и опасных районов;
- высокая производительность НЛС сокращает время полевых работ при создании цифровых моделей объектов, что делает данную технологию более экономически выгодной по сравнению с другими;
- работы можно выполнять при любых условиях освещения, то есть днём и ночью, так как сканеры являются активными съёмочными системами;
- высокая степень детализации;
- многоцелевое использование результатов лазерного сканирования.

В настоящее время разработкой приборов для трёхмерного лазерного сканирования занимается множество фирм, все эти фирмы выпускают сканеры для различных целей. Задачи, решаемые конкретной моделью НЛС, определяются его техническими характеристиками. Основными характеристиками современных наземных лазерных сканеров являются:

- точность измерения расстояния, горизонтального и вертикального углов;
- максимальное разрешение сканирования;

- скорость сканирования;
- дальность действия лазерного сканера;
- расходимость лазерного луча;
- поле зрения сканера;
- используемые средства получения информации о реальном цвете;
- класс безопасности используемого лазера;
- портативность и особенности интерфейса.

Программные продукты, применяемые в технологии лазерного сканирования, в зависимости от их функционального назначения можно разделить на следующие группы:

управляющее ПО:

- задание разрешения сканирования, сектора сканирования путём визуального выбора объектов, режима сканирования, режима работы цифровой камеры;
- визуализация сканов в режиме реального времени;
- контроль получаемых результатов;
- калибровка и тестирование сканера; выявление возможных неисправностей; учёт ошибок, связанных с влиянием внешних условий окружающей среды;
- объединение сканов;
- внешнее ориентирование сканов;

ПО для создания единой точечной модели:

- объединение сканов;
- внешнее ориентирование сканов;
- сегментирование и разрежение точечной модели;
- визуализация точечной модели;
- экспорт и печать.

ПО для построения трёхмерных моделей и двумерных чертежей по данным сканирования:

- создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности;
- создание модели отсканированного объекта с помощью геометрических примитивов;
- профилирование;
- построение чертежей;
- проведение измерений (длин, диаметров, площадей и объёмов объектов);
- визуализация построенной модели (построение изолиний, текстурирование);
- сравнение построенной модели с проектной;
- экспорт и вывод на печать результатов обработки данных НЛС.

комплексное ПО:

- все функции управляющего ПО;

- создание точечной модели;
- построение трёхмерных моделей и двумерных чертежей по данным наземного лазерного сканирования.

Беспилотники, БПЛА, дроны – эти слова знакомы любому современному человеку. На сегодняшний день развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) класса "мини" получают все большее распространение: ещё недавно бывший инструментом военных, сегодня купить беспилотник с камерой может любое гражданское предприятие. Преимущества аэрофотосъёмки перед традиционными методами очевидны: применение беспилотных аппаратов увеличивает рентабельность за счёт упрощения проведения работ, оперативности получения снимков высокого разрешения, возможности получения снимков в труднодоступных местах. Использование БПЛА для аэрофотосъёмки значительно повышает производительность, сокращаются затраты времени на полевые работы. Также появляется возможность "бесконтактной" съёмки объектов, что особенно важно на объектах с повышенной опасностью. Таким образом, беспилотник в геодезии значительно упрощает проведение работ, уменьшая затраты времени и средств, повышает общую эффективность.

Технология аэрофотосъёмки на основе БПЛА состоит из следующих этапов:

- подготовительные работы;
- полевые работы;
- камеральные работы.

Подготовительные работы включают:

- сбор и систематизацию материалов (картографический или фотографический материал, списки координат пунктов ГГС или межевой сети и т.п.);
- расчет и ввод данных: высоты фотографирования, продольного и поперечного перекрытия, границу съёмки, положение стартовой и посадочной площадок;
- выбор точек планово-высотной подготовки снимков (опорных и контрольных точек), а также выбор метода определения координат этих точек;
- получение разрешения на проведение полета.

Полевые работы включают:

- уточнение положения стартовой площадки запуска БПЛА для аэрофотосъёмки;
- ввод координат точки возврата БПЛА;
- уточнение плана полета;
- беспилотник с камерой стартует с пускового устройства или эластичной катапульты;
- выполнение съёмки в автоматическом режиме;
- посадка БПЛА;

- измерение опорных и контрольных точек.
Камеральные работы включают:
- копирование данных (фотоснимки и журнал полета) с фотокамеры;
- визуальная оценка качества фотографий и сортировка снимков;
- фотограмметрическая обработка полученных снимков (получение цифровой модели рельефа, ортофотоплана);
- дешифрирование и составление цифровой модели местности.

1.4 Модуль «Спутниковая и космическая геодезия»

Спутниковая геодезия — раздел геодезии, рассматривающий теории и методы решения практических и научных задач геодезии по результатам наблюдений ИСЗ и др. космических объектов. Наблюдения спутника, а именно фотографирование его на фоне звёзд специальными камерами или измерения дальности и лучевой скорости спутника при помощи радиотехнических и лазерных устройств, позволяют определять координаты пунктов и направления хорд земной поверхности (геометрические задачи), уточнять параметры, характеризующие гравитационное поле Земли (динамические задачи), а также определять взаимное положение островов и материков, исследовать движение земных полюсов, изучать изменения геодезических параметров Земли во времени и т. д. Применение лазера для измерения расстояний возродило интерес к Луне как к объекту наблюдений для решения задач спутниковой геодезии. При решении геометрических задач спутниковой геодезии, спутник считается точкой, фиксированной в пространстве в некоторый момент времени. Синхронные (одновременные) наблюдения спутника из ряда опорных пунктов и пункта, координаты которого неизвестны, позволяют определить его положение в единой системе координат опорных пунктов. Наблюдение нескольких спутников даёт возможность построить сеть спутниковой триангуляции или проложить векторный ход. Для решения динамических задач С. г. нужно знать законы движения спутника на орбите. Если законы движения спутника считаются хорошо известными, то наблюдения его дают возможность определить координаты пункта наблюдений (орбитальный метод). При уточнении параметров гравитационного поля Земли решение задачи осложняется наличием большого числа уточняемых параметров и необходимостью учёта влияния факторов, возмущающих движение спутника. Наилучшее решение задачи достигается, когда используются наблюдения или данные о движении спутников с орбитами разных наклонов и высот, а также данные наземной гравиметрической съёмки. Для исследования или исключения таких возмущений, как, например, сопротивление атмосферы Земли, используют т. н. геодезические спутники, орбиты которых выбирают для этой цели особо. В настоящее время в решении динамических задач С. г. всё большую роль

играет применение радиотехнических и лазерных методов наблюдений движения спутников и далёких космических объектов.

Космическая (спутниковая) геодезия – это раздел геодезической науки, в которой для решения научных и практических задач геодезии используются результаты наблюдений искусственных спутников Земли (ИСЗ), космических аппаратов (КА) и Луны.

Основными задачами Космической геодезии являются:

- Определение взаимного положения пунктов в некоторой единой геодезической системе координат;
- Определение положения центра референц-эллипсоида относительно центра масс Земли;
- Определение координат пунктов в абсолютной системе отнесенной к центру масс Земли и создание в перспективе единой мировой геодезической системы;
- Установление связи между отдельными геодезическими системами;
- Изучение внешнего гравитационного поля и фигуры Земли;
- Уточнение некоторых фундаментальных геодезических постоянных.

При решении многих научных задач методы космической геодезии имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными.

Это связано с тем, что традиционные геодезические построения создаются на отдельных территориях и образуют референчные геодезические системы. В этом случае расположение референц-эллипсоидов относительно друг друга и центра масс Земли нельзя установить при помощи только триангуляции и полигонометрии. То есть нельзя осуществить геодезическую связь всех материков в единую мировую геодезическую систему.

Такую связь можно осуществить лишь только методом космической геодезии. Это связано с тем, что возможности космических методов ограничены из-за сравнительно небольших предельных длин отдельных сторон триангуляции и полигонометрии, которые достигают максимум 400км.

Поэтому одновременно с работами по совершенствованию традиционных геодезических методов, создавались предпосылки для развития космической геодезии. Для этого использовались наблюдения Луны. Однако эти работы не позволили достичь необходимой точности из-за того, что Луна находится на очень большом расстоянии от Земли (в среднем 384000км). Поэтому ошибки в регистрации времени наблюдений равные 0,1с приводят к ошибке в положении пункта, равной примерно 100-200км. Указанные обстоятельства привели к тому, что методы, основанные на использовании Луны практически не нашли применения в геодезии.

Исключительно важное значение для развития теории и практики космической геодезии имело предложение финского геодезиста Вяйсяля (1946г.). Он предложил фотографировать с 2х пунктов синхронно какую-либо визирную цель на фоне звездного неба. Например, лампы-вспышки на шарах-зондах, самолетах, аэростатах. В результате оказалось возможным

определить направления хорд, соединяющих все пункты наблюдений. Располагая координатами одного из них и хотя бы одним базисом, можно вычислить координаты всех пунктов в системе исходного. Однако до запуска ИСЗ этот метод почти не применялся и только после запуска 4 октября 1957г. первого искусственного спутника начинается бурно развиваться космическая геодезия.

Из большого количества запускаемых на орбиты ИСЗ, особо важное значение для геодезии имеют специальные геодезические ИСЗ, наблюдения на которые позволяют быстро передавать координаты на расстояния в несколько тысяч км и создавать геодезическую сеть в абсолютной системе координат, отнесенной к центру масс Земли, а также определять основные параметры гравитационного поля Земли, причем получают результаты гораздо надежнее, чем традиционными методами.

Кроме того, методы Космической геодезии позволяют использовать результаты наблюдений ИСЗ при изучении дрейфа континентов и движения Земных полюсов, а также при определении фигуры геоида в океанах и при решении проблем картографирования Земли из космоса.

1.5 Модуль «Математическая обработка, ГИС и автоматизация»

Насколько разнообразны виды геодезической деятельности, объекты и способы измерений, их количество, качество получаемых результатов, настолько разнообразен теоретический и математический аппарат, позволяющий все это выполнить. Если каждый из бывших студентов геодезическо-маркшейдерских специальностей вспомнит один из предметов под названием «МОМГИ», что означает математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений, то вспоминается ужас от обилия вновь вводимых критериев и понятий, набора новых способов вычислений с применением элементов до конца не доученных разделов высшей математики.

Сейчас попробуем целостно структурировать основы МОМГИ. После всех полевых наблюдений полученная информация не используется в том виде, в котором зафиксирована в первичной документации. Используя свои теоретические знания и практические умения, специалисты выполняют ее математическую обработку. Под этим понимается целый комплекс преобразований и вычислений, полученной при измерениях числовой информации, представляющей практическую ценность. Почти все вычислительные действия осуществляются в камеральных условиях, за исключением тех, которые предусмотрены методикой и исполняются в момент измерений для оценивания и сравнения полученных значений. Одной из специфических составляющих в математической обработке выступают погрешности, которые возникают изначально в моменты замеров и требующие определенного учета и преобразований. Все они имеют

неизбежность находиться в неопределенных пределах искажения. Конечные результаты после их расчетов сопровождаются также неопределенными искажениями. Помимо этого, во многих способах и методах существуют в завершении работ контрольные измерения, приводящие к избыточным измерениям. Они влекут за собой возникновение различных значений одних и тех же величин. Кто из геодезистов и маркшейдеров с этим не сталкивался? Да, все.

Таким образом, можно сделать вывод, что основной задачей математической обработки можно считать нахождение однозначных значений величин наиболее приближенных к истинным. Наряду с этим на практике геодезические и маркшейдерские измерения решают следующие задачи:

- определение необходимой точности измерений для практических целей;
- выбор оптимальных средств и методов работ для достижения требуемой точности;
- установление необходимых допустимых параметров (критериев), которые давали бы возможность судить о достаточной точности выполненных работ;
- выбор способов и методик обработки проведенных измерений с целью получения оптимальных значений результатов;
- определение точности выполненных замеров и качественной характеристики полученных результатов.

Существует определенный общий алгоритм вычислительных операций с целью получения результатов. Независимо от того какие виды работ выполнялись, математическая обработка, включает в себя следующие этапы:

- предварительную математическую обработку измеренных величин. Она включает проверку первичной документации, информации в ней, выявление грубых ошибок, определение средних измеренных параметров. Далее вычисление их невязок, оценка качества в пределах требуемой точности, введение поправок в измеренные параметры;
- уравнивательные операции, включающие определение поправок в вычисляемые формулы;
- завершение вычислений, которые сводятся к окончательному получению результатов после выполнения математического определения уравненных значений величин.

Окончательный анализ полученных результатов вычислений и оценка точности выполненных работ.

Такой алгоритм действует практически при создании всех геодезических сетей, при предварительном проектировании и по окончании их построения. Рассмотреть весь спектр возможностей математической обработки не возможно в одной статье из-за разных постановочных задач и путей их решения. Но каждый геодезист практически всегда использует в своей работе две основные геодезические задачи (прямую и обратную),

которые требуют знаний теории погрешностей и двух различных способов их решения.

Основной идеей ее является определение искомых координат неизвестных пунктов с использованием измеренных длин сторон и углов, при наличии известных координат на исходном геодезическом пункте. Прямая геодезическая задача решается, например при проложении теодолитного хода. При измерениях в нем линейных и угловых величин им сопутствуют получение целого ряда погрешностей.

При решении прямой задачи стоит вопрос определения допустимых параметров. Для этого принимают истинные или измеренные с высокой точностью, или заранее известные, как верные. В замкнутом теодолитном ходе можно принять за такие условия сумму всех измеренных углов и приращений координат.

Основной целью решения обратной задачи считается определение длин сторон и их дирекционных углов по известным координатам пунктов сети.

В теории погрешностей дополнительными определяемыми данными будут выступать отклонения конкретных величин, групповые и средние ошибки. При решении обратной геодезической задачи возможно установление средних ошибок отдельных конкретных измерений с целью обеспечения заданной точности какой-то функции замеренных величин. Такая задача обычно возникает при решении соединительных треугольников во время проведения ориентирований шахтных стволов, при выполнении предрасчета общей средней погрешности смыкания капитальных выработок и других работах.

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) — система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.

Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле — как инструмента (программного продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах.

Геоинформационная система может включать в свой состав пространственные базы данных (в том числе под управлением универсальных СУБД), редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях. Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования геоинформационных систем изучаются геоинформатикой.

По территориальному охвату геоинформационные системы подразделяют на глобальные (англ. global), субконтинентальные, национальные, зачастую имеющие статус государственных, региональные

(regional), субрегиональные, локальные, или местные (local). В некоторых случаях такие территориальные ГИС могут быть размещены в открытом доступе в сети Интернет и называются геопорталами.

По предметной области информационного моделирования выделяются городские (муниципальные) (urban GIS), недропользовательские, горно-геологические информационные системы (ГГИС), природоохранные (environmental) и т. п.; среди них особое наименование, как особо широко распространённые, получили земельные информационные системы.

Также геоинформационные системы могут быть классифицированы по проблемной ориентации — решаемым научным и прикладным задачам. Таковыми задачами могут быть инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений, геомаркетинг. Кроме того, интегрированные геоинформационные системы совмещают функциональные возможности и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Различают также:

- полимасштабные, или масштабно-независимые геоинформационные системы (multiscale), основанные на множественных, или полимасштабных представлениях пространственных объектов, обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных с наибольшим пространственным разрешением;
- пространственно-временные геоинформационные системы (spatio-temporal), оперирующие пространственно-временными данными.

Геоинформационный проект — наполнение геоинформационной системы пространственными данными и сведениями об объектах в привязке к пространственным данным. Проект может быть реализован на какой-либо из тиражируемых геоинформационных систем, либо такая система может быть разработана специально для геоинформационного проекта. Типичные этапы геоинформационного проекта:

- предпроектные исследования, включающие изучение функциональных требований, оценку функциональных возможностей геоинформационных систем, технико-экономическое обоснование;
- системное проектирование, включая стадию пилотного проекта, при необходимости — разработку геоинформационных систем или расширение существующих;
- тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке, прототипирование, или создание опытного образца, или прототипа (prototype);
- внедрение;
- эксплуатация.

Данные в геоинформационных системах описывают, как правило, реальные объекты, такие как дороги, здания, водоемы, лесные массивы. Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные (рельеф, уровень осадков, среднегодовая температура). Для представления этих двух категорий объектов используются векторные и растровые данные.

Растровые данные хранятся в виде наборов величин, упорядоченных в форме прямоугольной сетки. Ячейки этой сетки называются пикселями. Наиболее распространенным способом получения растровых данных о поверхности Земли является дистанционное зондирование, проводимое при помощи спутников и БПЛА. Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например TIFF или JPEG.

Векторные данные обычно имеют намного меньший размер, чем растровые. Их легко трансформировать и проводить над ними бинарные операции. Векторные данные позволяют проводить различные типы пространственного анализа, к примеру поиск кратчайшего пути в дорожной сети. Наиболее распространёнными типами векторных объектов являются точки, полилинии, многоугольники.

Точки используются для обозначения географических объектов, для которых важно местоположение, а не их форма или размеры. Возможность обозначения объекта точкой зависит от масштаба карты. В то время как на карте мира города целесообразно обозначать точечными объектами, то на карте города сам город представляется в виде множества объектов. В ГИС точечный объект изображается в виде некоторой геометрической фигуры небольших размеров (квадратик, кружок, крестик), либо пиктограммой, передающей тип реального объекта.

Полилинии служат для изображения линейных объектов. Полилиния — ломаная линия, составленная из отрезков прямых. Полилиниями изображаются дороги, железнодорожные пути, реки, улицы, водопровод. Допустимость изображения объектов полилиниями также зависит от масштаба карты. Например, крупная река в масштабах континента вполне может изображаться линейным объектом, тогда как уже в масштабах города требуется её изображение площадным объектом. Характеристикой линейного объекта является длина.

Многоугольники (иногда используется калька «полигоны») служат для обозначения площадных объектов с чёткими границами. Примерами могут служить озера, парки, здания, страны, континенты. Характеризуются площадью и длиной периметра.

Семантические данные могут быть привязаны к векторным: например, на карте территориального зонирования к площадным объектам, представляющим зоны, может быть привязана характеристика типа зоны. Структуру и типы данных определяет пользователь. На основе численных значений, присвоенных векторным объектам на карте, может строиться тематическая карта, на которой эти значения обозначены цветами в

соответствии с цветовой шкалой, либо окружностями разного размера. Непрерывные поля величин могут быть описаны векторными данными. Поля при этом изображаются в виде изолиний или контурных линий. Одним из способов представления рельефа является нерегулярная триангуляционная сетка (англ. TIN, triangulatedirregularnetworks). Такая сетка формируется множеством точек с привязанными значениями (в данном случае высота). Значения в произвольной точке внутри сетки получаются путём интерполяции значений в узлах треугольника, в который попадает эта точка.

2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ

2.1 Дисциплина (модуль)

«Введение. Электронное геодезическое оборудование»

Во время занятий в рамках модуля «Введение. Электронное геодезическое оборудование» используется следующее **учебно-методическое пособие**:

М.Р. Владимирова, И.Ю. Алейникова, И.В. Калинина. Автоматизация топографических съёмок. Часть I. Работа с электронным тахеометром: Учебно-методическое пособие. - М.: МИИГАиК, 2018. - 36 с.

Содержание пособия:

- назначение электронных тахеометров;
- устройство, функциональные возможности и технические характеристики электронного тахеометра;
- подготовка электронного тахеометра к началу работы;
- основные функциональные и управляющие клавиши;
- выполнение поверок;
- производство измерений;
- проложение теодолитного хода;
- получение предварительных координат точек съёмочного обоснования для решения текущих прикладных задач;
- решение практических задач;
- функция выноски (разбивки);
- обмен данными.

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.1.

2.2 Дисциплина (модуль)

«Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле»

Во время занятий в рамках модуля «Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле» используется следующее **учебно-методическое пособие**.

Борщ-Компоницец В.И. Геодезия. Маркшейдерское дело: Учеб. для горн. и геол.-развед. спец. вузов. - М.: Недра, 1989. - 511 с.: ил., табл.

Содержание пособия:

- Земля и ее отображение на плоскости;
- ориентирование линий, топографические карты и планы, элементы погрешностей и основы геодезических вычислений;
- топографо-геодезические работы, измерение углов, измерение линий на местности;
- теодолитная съемка, нивелирование, тахеометрическая съемка;
- геодезическое обеспечение геологоразведочных работ;
- основы аэрофотосъемки;
- основы геометрии недр;
- маркшейдерская документация;
- соединительные съемки, съемка подземных горных выработок;
- маркшейдерские работы при проведении подземных горных выработок, строительстве шахт, открытом способе разработки месторождений, разработке россыпей, разработке месторождений полезных ископаемых со дна морей и океанов;
- сдвигание горных пород под влиянием подземных разработок, устойчивость бортов карьеров;
- маркшейдерский учет движения запасов полезных ископаемых;
- организация маркшейдерской службы.

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.2.

2.3 Дисциплина (модуль) «Лазерное сканирование и БЛА»

Во время занятий в рамках модуля «Лазерное сканирование и БЛА» используется следующие **учебно-методические пособия**.

Гусев В.Н. Основы наземной лазерно-сканирующей съёмки: Учеб. пособие / В.Н.Гусев, А.И.Науменко, Е.М.Волохов, В.А.Голованов; Санкт-Петерб. гос. горн. ин-т. СПб., 2007. - стр. 86.

Содержание пособия:

- основные фирмы-производители лазерно-сканирующих систем;
- современные наземные лазерные сканеры (принципы действия, способы измерений, технические характеристики, классификация, программное обеспечение);
- производство съемки лазерным сканером (съёмочное обоснование, методы и точность построений, способы измерений);
- основные источники ошибок при съемке наземными лазерными сканерами (факторы влияния);
- исследование метрологических характеристик лазерно-сканирующих систем (точность, разрешающая способность и т.д.).

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.3.

Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: Сибирская государственная геодезическая академия, 2009. – 261 с.

Содержание пособия:

- устройство, принцип действия и классификация наземных лазерных сканеров;
- источники погрешностей в результате наземного лазерного сканирования;
- практические рекомендации по исключению погрешностей;
- методы и анализ внешнего ориентирования сканов;
- методика прокладки сканерных ходов;
- технология наземного лазерного сканирования;
- методики создания топографических планов и построения цифровых моделей объектов и рельефа местности с использованием различных программ для обработки данных наземного лазерного сканирования.

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.4.

2.4 Дисциплина (модуль) «Спутниковая и космическая геодезия»

Во время занятий в рамках модуля «Спутниковая и космическая геодезия» используется следующее **учебно-методическое пособие**:

Шануров Г.А. Спутниковая геодезия. Учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям: «геодезия и дистанционное зондирование», «прикладная геодезия», «землеустройство и кадастр», «картография и геоинформатика» / Шануров Г.А. М.: МИИГАиК, 2015, 80 с.

Содержание пособия:

- физические и метрологические основы электронных средств и методов измерения линейных величин (электромагнитные колебания и волны, когерентность, геодезические сети, метрологическое обеспечение линейных измерений);
- системы координат и системы времени (орбитальная, земная, эллипсоидальная, референцная системы координат, трансформирование координат, динамическое, атомное, астрономическое время);
- электронная дальнометрия (электронные методы измерений, фазовые светодальномеры);
- спутниковые системы глобального позиционирования (режимы измерений, структуры и спутники GPS Navstar и ГЛОНАСС, навигационный режим работы, результаты измерений, режимы измерений);

- космические методы создания глобальной геодезической сети (радиоинтерферометрия, лазерная локация).
Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.5.

2.5 Дисциплина (модуль) «Математическая обработка, ГИС и автоматизация»

Во время занятий в рамках модуля «Математическая обработка, ГИС и автоматизация» используются следующие **учебно-методические пособия**.

Е.А. Русяева. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие. Часть I. Теория ошибок измерений. - М.: МИИГАиК, 2016. - 56 с.

Содержание пособия:

- нормальный закон распределения (нормальный закон, вероятность, интеграл вероятностей);
- элементы математической статистики (числовые характеристики, дополнительные характеристики, основные задачи, доверительный интервал, коэффициент корреляции, уравнение регрессии);
- теория ошибок измерений (задачи теории ошибок, классификация, критерии точности, оценка точности, средние квадратические ошибки, равноточные и неравноточные измерения).

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.6.

Самардак А.С. Геоинформационные системы: Учебник. — Владивосток: ДВГУ, 2005. — 124 с.

Содержание пособия:

- основы геоинформационных технологий (введение, сферы применения, развитие, цифровая картография);
- решение аналитических задач в ГИС (организация и обработка информации, ввод данных, анализ информации, отчеты, моделирование);
- дистанционное зондирование и системы спутникового позиционирования (оптические методы, радиотехнические методы, анализ изображений, системы позиционирования);
- проектирование и обзор современных ГИС (этапы разработки, программные средства, инструментарий, ГИС-программы).

Учебно-методическое пособие представлено в приложении А.7.

3 ПРЕЗЕНТАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ

3.1 Дисциплина (модуль)

«Введение. Электронное геодезическое оборудование»

Материал в рамках модуля «Введение. Электронное геодезическое оборудование» дополняется презентацией «Инновационные технологии в электронных тахеометрах Topcon-Sokkia» (ЗАО «Геостройизыскания»).

Презентация представлена в приложении Б.1.

3.2 Дисциплина (модуль)

«Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле»

Материал в рамках модуля «Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле» дополняется презентацией компании ООО «Промышленная геодезия».

Презентация представлена в приложении Б.2.

3.3 Дисциплина (модуль)

«Лазерное сканирование и БЛА»

Материал в рамках модуля «Лазерное сканирование и БЛА» дополняется презентациями:

«Современные системы наземного лазерного сканирования» (ЗАО «Геостройизыскания») – приложение Б.3;

«Мобильное лазерное сканирование автодорог» (ООО «НПП «БЕНТА») – приложение Б.4.

3.4 Дисциплина (модуль)

«Спутниковая и космическая геодезия»

Материал в рамках модуля «Спутниковая и космическая геодезия» дополняется презентациями:

«Глобальные навигационные спутниковые системы» (ЗАО «Геостройизыскания») – приложение Б.5;

«Дистанционное зондирование Земли из космоса» (М.Р. Пономаренко) – приложение Б.6;

«Космическая геодезия и геодинамика» (А.И. Казанцев) – приложение Б.7.

3.5 Дисциплина (модуль)

«Математическая обработка, ГИС и автоматизация»

Материал в рамках модуля «Математическая обработка, ГИС и автоматизация» дополняется презентацией «Прикладная информатика в инженерной геодезии» (Е.Н. Грищенко).

Презентация представлена в приложении Б.8.

4 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Во время занятий в рамках программы используются следующие **учебные практические пособия и методические указания.**

1. *Космическая геодезия и геодинамика. Методы и технологии выполнения геодезических работ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.Г. Мустафин, А.И. Казанцев. СПб, 2017. 23 с.*

Содержание: общие сведения о спутниковых навигационных системах; абсолютный метод координатных определений; дифференциальный метод; преобразование координат определяемых точек в спутниковых технологиях.

Материал представлен в приложении В.1.

2. *Маркшейдерские и геодезические приборы: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.А. Голованов. СПб, 2016. 22 с.*

Содержание: отсчетные системы приборов, цена деления, характеристики зрительных труб, компенсатор вертикального круга теодолитов, проверка и юстировка нивелира.

Материал представлен в приложении В.2.

3. *Маркшейдерское обеспечение безопасности при ведении горных работ. Построение границ опасных зон по прорывам воды в пластах с затопленными выработками: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 16 с.*

Содержание: определение границ опасных зон (барьерных целиков) по прорывам воды в пластах с затопленными выработками, расчет ширины опасных зон (барьерных целиков), правила построения предохранительных целиков, другие вопросы ведения горных работ у затопленных выработок.

Материал представлен в приложении В.3.

4. *Геодезия. Топографические съемки: Методические указания к учебной практике по геодезии / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Г.А. Головин, Ю.Н. Корнилов, А.А. Боголюбова. СПб, 2016. 102 с.*

Содержание: устройство основных геодезических приборов, применяемых при топографических съемках и их проверки; методика выполнения угловых, линейных измерений и нивелирования, теодолитная и тахеометрическая съемки, а также нивелирование поверхности по квадратам.

Материал представлен в приложении В.4.

5. Жуков Б.Н. *Геодезические работы при строительстве и эксплуатации промышленного предприятия: Методические указания.* - Новосибирск: СГГА, 2000, 43 с.

Содержание: геодезические работы при строительстве и эксплуатации промышленных предприятий и сооружений, проектирование и расчет точности планового и высотного обоснования на стадиях строительства и эксплуатации промышленного предприятия, расчет точности разбивочных работ и выбору методов и средств измерений, осадки и деформации сооружений.

Материал представлен в приложении В.5.

6. *Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсам: «Высшая геодезия», «Геотроника» и «Спутниковая геодезия». Изучение спутникового навигационного приёмника / Шануров Г.А., Ходаков П.А.; М.: МИИГАиК, 2016, 19 с.*

Содержание: основы работы спутникового навигационного приёмника, внешний вид, назначение клавиш управления, меню, выполнение начальных установок, создание путевой точки, работа в движении, навигация.

Материал представлен в приложении В.6.

7. Федоров С.Ф., Вишкова О.В., Швец С.В. *Методические указания «Уравнивание геодезических измерений параметрическим способом» по курсу ТМОГИ для студентов III курса геодезического факультета.* - М.: Изд. МИИГАиК, 2011.

Содержание: основные этапы уравнивания геодезических сетей параметрическим способом по МНК, примеры уравнивания нивелирной сети и обратной многократной засечки параметрическим способом, рекомендации по использованию компьютерных программ при уравнивании по МНК.

Материал представлен в приложении В.7.

8. *Геоинформационные и земельные информационные системы: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О. Ю. Лепихина, Т. И. Балтыжакова. СПб, 2017. 18 с.*

Содержание: информация и данные, информационная система, «геоинформационная система», геоинформатика, развитие геоинформатики и геоинформационных систем в России и за рубежом, пространственные данные и пространственные объекты.

Материал представлен в приложении В.8.

9. *Методические указания к курсовой работе для студентов строительных специальностей заочной формы обучения / Сост.: Т.П. Синютина, Л.Ю. Миколишина, Т.В. Котова, Воловник Н.С. - Омск: СибАДИ, 2011. 109с.*

Содержание: инженерно-геодезические изыскания для строительства площадных сооружений, инженерно-геодезические изыскания для

строительствалинейных сооружений, планировка участка под горизонтальную плоскость, вынос проекта сооружения на местность
Материал представлен в приложении В.9.

Перечень практических задач:

- проведение измерений с помощью электронного тахеометра;
- обработка результатов наблюдений с помощью электронного тахеометра;
- проведение измерений с помощью светодальномера;
- обработка результатов наблюдений с помощью светодальномера;
- проведение измерений с помощью электронного нивелира;
- обработка результатов наблюдений с помощью электронного нивелира;
- проведение измерений с помощью наземной лазерной сканирующей системы;
- обработка результатов наблюдений с помощью наземной лазерной сканирующей системы;
- технология работ и управление дроном;
- обработка результатов наблюдений с помощью дрона;
- проведение измерений с помощью спутниковых приемников;
- обработка результатов наблюдений с помощью наземной лазерной сканирующей системы;
- обработка цифровых снимков земной поверхности;
- расчет величин деформаций земной поверхности, возникших в результате подработки земной поверхности;
- уравнивание геодезической сети;
- работа с геоинформационными системами и базами данных.

5 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Во время самостоятельной работы в рамках программы используются следующие учебные практические пособия и методические указания:

1. Космическая геодезия и геодинамика. Методы и технологии выполнения геодезических работ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.Г. Мустафин, А.И. Казанцев. СПб, 2017. 23 с. (приложение В.1).
2. Маркшейдерские и геодезические приборы: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.А. Голованов. СПб, 2016. 22 с. (приложение В.2).
3. Маркшейдерское обеспечение безопасности при ведении горных работ. Построение границ опасных зон по прорывам воды в пластах с затопленными выработками: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 16 с. (приложение В.3).

4. Геодезия. Топографические съемки: Методические указания к учебной практике по геодезии / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Г.А. Головин, Ю.Н. Корнилов, А.А. Боголюбова. СПб, 2016. 102 с. (приложение В.4).
5. Жуков Б.Н. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации промышленного предприятия: Методические указания.- Новосибирск: СГГА, 2000, 43 с. (приложение В.5).
6. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсам: «Высшая геодезия», «Геотроника» и «Спутниковая геодезия». Изучение спутникового навигационного приёмника / Шануров Г.А., Ходаков П.А.; М.: МИИГАиК, 2016, 19 с. (приложение В.6).
7. Федоров С.Ф., Вшивкова О.В., Швец С.В. Методические указания «Уравнивание геодезических измерений параметрическим способом» по курсу ТМОГИ для студентов III курса геодезического факультета. - М.: Изд. МИИГАиК, 2011. (приложение В.7).
8. Геоинформационные и земельные информационные системы: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О. Ю. Лепихина, Т. И. Балтыжакова. СПб, 2017. 18 с. (приложение В.8).
9. Методические указания к курсовой работе для студентов строительных специальностей заочной формы обучения /Сост.: Т.П. Синютина, Л.Ю. Миколишина, Т.В. Котова, Воловник Н.С. - Омск: СибАДИ, 2011. 109с. (приложение В.9).

Перечень вопросов для рассмотрения во время самостоятельной работы:

- повышение точности измерений во время работы с:
 - электронным тахеометром;
 - светодальномером;
 - электронным нивелиром;
 - наземной лазерной сканирующей системой;
 - дроном;
 - спутниковыми приемниками.
- Пути совершенствования технологий мониторинга земной поверхности.
- Применение современных инновационных способов при обработке результатов геодезических измерений.
- Использование прогрессивного программного обеспечения для модернизации процесса обработки данных в рамках геодезических работ.

5 ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

5.1 Перечень вопросов для текущего и итогового контроля знаний

Перечень вопросов для текущего и итогового контроля знаний в рамках модулей «Введение. Электронное геодезическое оборудование», «Инженерные изыскания в геодезии и маркшейдерском деле», «Лазерное сканирование и БЛА», «Спутниковая и космическая геодезия», «Математическая обработка, ГИС и автоматизация»:

1. Виды и назначение современных геодезических приборов.
2. Классификация геодезических приборов по точности.
3. Виды съемок и инженерно-геодезических изысканий.
4. Порядок измерений электронным тахеометром.
5. Преимущества вычисления площади земельного участка с помощью тахеометра.
6. Порядок измерения площади земельного участка с помощью тахеометра.
7. Назначение горизонтального и вертикального круга.
8. Порядок установления трубы для наблюдений.
9. Принципиальные отличия электронного теодолита от оптического.
10. Устройство и принцип работы оптического нивелира.
11. Устройство и принцип работы лазерного нивелира.
12. Области применения оптических и лазерных нивелиров.
13. Геодезические работы, выполняемые при изысканиях сооружений линейного типа.
14. Основные виды геодезических работ при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений.
15. Проектные и рабочие отметки. Определение местоположения точек нулевых работ.
16. Последовательность операций на станции при тахеометрической съемке.
17. Геодезические расчеты при проектировании горизонтальной площадки при условии соблюдения баланса земляных работ.
18. Понятие и цели проведения геодезического мониторинга.
19. Приборы и технология измерений в рамках деформационного мониторинга.
20. Геодезические измерения горизонтальных и вертикальных смещений.
21. Работа с роботизированными станциями.
22. Мониторинг деформационных процессов строительных и инженерных объектов.
23. Мониторинг деформационных процессов горнотехнических предприятий.
24. Мониторинг деформационных процессов памятников архитектуры и градостроительства.

25. Технические и технологические средства деформационного мониторинга.
26. Технологии построения трехмерных моделей с использованием лазерных сканеров.
27. Импульсный метод измерения расстояний.
28. Фазовый метод измерения расстояний.
29. Типы лазерных сканеров и технические характеристики.
30. Классификация лазерных сканеров по степени безопасности.
31. Аппаратные средства для сканирования, дополнительное оборудование для НЛС.
32. Мобильные системы лазерного сканирования.
33. Источники ошибок наземных лазерных сканеров.
34. Технология сбора пространственных данных при наземном лазерном сканировании.
35. Предварительная обработка результатов сканирования.
36. Оценка точности внешнего ориентирования сканов.
37. Анализ точности внешнего ориентирования сканов.
38. Создание базы геопространственных данных.
39. Методы моделирования и отображения поверхности.
40. Оформление цифрового топографического плана.
41. Оценка точности создания топографического плана.
42. Классификация, устройство и характеристики беспилотных летательных аппаратов.
43. Выполнение аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов.
44. Аэрофотосъемка с пилотируемых летательных аппаратов.
45. Порядок выполнения комплексных кадастровых работ.
46. Особенности выполнения комплексных кадастровых работ.
47. Проблемы нормативно-правового обеспечения полетов гражданских беспилотных летательных аппаратов.
48. Порядок получения разрешения на использование воздушного пространства для гражданских беспилотных летательных аппаратов.
49. Применение беспилотных летательных аппаратов при выполнении кадастровых работ.
50. Системы спутникового позиционирования (NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, Галилео, Beidou, IRNSS).
51. Режимы измерений (Статика, Быстрая статика, Реокупация, Кинематика, Стой-иди).
52. Методика определения координат пунктов с помощью спутниковой аппаратуры.
53. Статическое позиционирование и кинематические измерения.
54. Точность спутниковых измерений.
55. Использование и средства дистанционного зондирования.
56. Техника и технология дистанционного зондирования.

57. Системы дистанционного зондирования.
58. Цифровая обработка изображений.
59. Примеры применения дистанционного зондирования.
60. Инерциальная система координат, применяемая для изучения движения искусственных спутников Земли.
61. Скорость спутника (невозмущенное движение).
62. Дифуравнение движения искусственных спутников Земли в общем виде.
63. Невозмущенное и возмущенное движение искусственных спутников Земли. Причины возмущений.
64. Область применения и назначение математической обработки геодезических измерений.
65. Законы распределения ошибок.
66. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим.
67. Основы корреляционного и регрессионного анализа.
68. Статистическая связь между случайными величинами.
69. Линейная и нелинейная корреляция.
70. Уравнение регрессии.
71. Ошибки измерений и их классификация.
72. Математическая обработка равноточных измерений одной величины.
73. Обработка неравноточных измерений.
74. Уравнивание результатов измерений по методу наименьших квадратов.
75. Матрицы и основные операции над ними: сравнение, сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование, обращение квадратной матрицы.
76. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений параметров и функций от них при параметрическом способе уравнивания.
77. Поэтапная реализация технологии параметрической версии МНК-оптимизации: особенности этапов, контроля отдельных шагов и процесса в целом.
78. Учёт ошибок координат опорных пунктов при МНК-оптимизации геодезических измерений.
79. Глобальные, субконтинентальные, национальные, региональные, субрегиональные и местные ГИС.
80. Моделирование предметных областей различной информации.
81. Способы цифровой обработки изображений.
82. Пространственно-временные ГИС.
83. Системное проектирование ГИС.
84. Современные информационные технологии.
85. Современное состояние информатизации геодезического производства.
86. Аппаратно-техническое и программное обеспечение информационных технологий.
87. Аппаратно-техническое обеспечение информационных технологий.

- 88.Общий состав и структура ЭВМ и вычислительных систем.
- 89.ГИС и основы информационного моделирования.
- 90.Виды и назначение геодезического программного обеспечения.

5.2Порядок и критерии оценивания во время текущего и итогового контроля знаний

Во время *текущего контроля знаний* слушатель программы получает 3 вопроса по теме модуля. Для подготовки к ответу выделяется 20 минут, после чего слушателю необходимо дать устный ответ на поставленные вопросы.

Текущий контроль считается пройденным при даче развернутых удовлетворительных ответов на 2 вопроса из 3 (67%).

Во время *итогового контроля знаний* слушатель программы получает 5 любых вопросов из перечня в п. 5.1 по всем темам программы. Слушателю необходимо письменно изложить ответы на вопросы в течение 1 часа 30 минут.

Итоговый контроль считается пройденным при даче развернутых удовлетворительных ответов на 4 вопроса из 5 (80%).

Методические указания для обучающихся по освоению программы (в том числе к самостоятельной подготовке)

Процесс изучения материала программы предусматривает активное использование современных инновационных образовательных технологий. Формы обучения: индивидуальные и групповые. Методы обучения:

- работа с преподавателем,
- работа в коллективе обучающихся,
- самостоятельная работа.

При освоении дисциплины используются следующие виды активной и интерактивной форм обучения для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- совместное погружение в проблемное поле;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- работа в малых группах; - разборы конкретных ситуаций и т.д.

Процесс освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

1. Контактная работа (аудиторная работа: лекционные, практические и лабораторные занятия, мастер-классы, консультации);
2. Самостоятельная работа;
3. Контрольные мероприятия (промежуточные и итоговые аттестации).

Методические указания для обучающихся по лекционным занятиям по модулю

Лекция является наиболее экономичным способом передачи учебной информации, т.к. при этом обширный материал излагается концентрировано, в логически выдержанной форме, с учетом характера профессиональной деятельности обучаемых. Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме. На лекционных занятиях преподаватель:

- знакомит обучающихся с общей методикой работы над курсом;
- дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы;
- рассказывает о требованиях к промежуточной аттестации;
- рассматривает основные теоретические положения курса;
- разъясняет вопросы, которые возникли у обучающихся в процессе изучения курса. Лекционное занятие преследует 5 основных дидактических целей:

- информационную (сообщение новых знаний);
- развивающую (систематизация и обобщение накопленных знаний);
- воспитывающую (формирование взглядов, убеждений, мировоззрения);
- стимулирующую (развитие познавательных и профессиональных интересов);
- координирующую с другими видами занятий.

В процессе прослушивания лекций очень важно умение обучающихся конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации. В этой же тетради следует записывать неясные вопросы, требующие уточнения на занятии. Рекомендуются в тетради отвести место для словаря, куда в алфавитном порядке вписываются специальные термины и пояснения к ним.

Методические указания для обучающихся по практическим занятиям по модулю

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение заданий проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться

на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы, то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы. Решение проблемных заданий или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данного задания. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. Ответить на вопросы плана семинарского занятия;
4. Выполнить домашнее задание;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В процессе подготовки изучают рекомендованные преподавателем источники литературы, а также самостоятельно осуществляют поиск релевантной информации.

Методические указания для обучающихся по мастер-классам

Одной из современных педагогических форм, позволяющих продемонстрировать новые возможности профессионализма, является мастер-класс.

Целью проведения мастер-класса является демонстрация достижений специалиста как подлинного мастера в своей области.

Мастерство — это всегда высокий профессионализм, большой и разнообразный опыт определенной деятельности, обширные познания теории и практики в конкретной сфере. Основной принцип мастер-класса: «Я знаю, как это сделать, и я научу вас». К особенностям проведения мастер-класса можно отнести следующие:

- основная форма взаимодействия со слушателями — сотрудничество, сотворчество, совместный поиск;
- формы, методы, технологии работы в процессе проведения мастер-класса участникам не навязываются, а предлагаются;
- на одном из этапов мастер-класса слушателям предлагается самостоятельная работа в малых группах, создающая условия для включения всех в активную деятельность и позволяющая провести обмен мнениями.

Задачи мастер-класса:

- передача педагогом-мастером своего опыта путем прямого и комментированного показа последовательности действий, методов, приемов;
- совместная отработка приемов решения поставленной в программе мастер-класса проблемы;
- рефлексия собственного профессионального мастерства участниками мастер-класса;
- оказание помощи участникам мастер-класса в определении задач саморазвития, самообразования и самосовершенствования

Перед началом мастер-класса обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале за технику безопасности.

Мастер разбивает задание на ряд задач. Группам предстоит придумать способ их решения. Причём участники свободны в выборе метода, темпа работы, пути поиска. Каждому предоставляется независимость в выборе пути поиска решения, дано право на ошибку и на внесение корректив.

Когда группа выступает с отчётом о выполнении задачи, важно, чтобы в отчёте были задействованы все. Это позволяет использовать уникальные способности всех участников мастер-класса, даёт им возможность самореализоваться, что позволяет учесть и включить в работу различные способы познания каждого педагога.

Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе по дисциплине (модулю)

Достижение целей эффективной подготовки обучающихся и развитие профессиональных компетенций невозможно без их целеустремленной самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Основная цель данного вида занятий состоит в обучении методам самостоятельной работы с учебным материалом, нормативно-правовыми актами, научной литературой, с ситуационными задачами, развитие способности самостоятельно повышать уровень профессиональных знаний, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, и использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности. Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным и практическим занятиям:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа с конспектом;
- подготовка вопросов для самостоятельного изучения

2. Подготовка к лабораторным занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;
- формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;

3. Подготовка к мастер-классам:

- обучающиеся должны ознакомиться с анонсом мероприятия, предусмотренных программой мастер-класса;
- необходимо предварительно ознакомиться со структурой предприятия, на базе которого будет проводиться мастер-класс, основными направлениями, которыми занимается предприятие или компания.

4. Подготовка к промежуточной и итоговой аттестациям:

- повторение всего учебного материала модуля
- аналитическая обработка текста; периодического, продолжающегося издания или сборника как составная часть его основного текста.

Методические указания для обучающихся по промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине (модулю)

В период подготовки к промежуточной и итоговой аттестации обучающихся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к аттестации включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение курса;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие промежуточной и итоговой аттестации по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы.

Подготовка к аттестации осуществляется на основании списка вопросов по изучаемому курсу, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Литература для подготовки к промежуточной аттестации рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух источников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в литературе точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к промежуточной и итоговой аттестации является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к аттестации обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Для подготовки к аттестации преподаватель проводит консультацию по возникающим вопросам. Промежуточная аттестация проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. Оценка качества подготовки обучающихся осуществляется в двух основных направлениях: оценка уровня освоения дисциплин и оценка уровня сформированности компетенций обучающихся. Предметом оценивания являются знания, умения и практический опыт обучающихся.

Положительно будет оцениваться стремление обучающихся изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.