Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Глобальные навигационные спутниковые системы (теория и практика)**

**для мониторинга природно-технических систем**

**Межфакультетский курс**

Москва 2023

1. Место дисциплины в структуре ОПОП *—* относится к вариативной части ОПОП, является элективной дисциплиной (по выбору обучающегося).

2. Аннотация курса:

Курс формирует знания о применении методов ГНСС и ГИС для мониторинга природно-технических систем линейных транспортных сооружений, ООПТ, объектов освоения россыпных месторождений полезных ископаемых России и сопредельных территорий.

В курсе рассматривается структура ГНСС и содержание ГИС рельефообразующих процессов на трассах магистральных трубопроводов, россыпей и ООПТ. Характеризуются основное содержание предложений к организации мониторинга рельефообразующих процессов, представляющих опасность, в системах ГНСС и ГИС.

В курсе последовательно рассматриваются следующие вопросы:

* Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), компоненты ГНСС
* Обзор современного состояния группировок (ГЛОНАСС/GPS/Galileo/BeyDou)
* Геоморфологические условия функционирования природно-технических систем: геоморфологическое районирование линейных транспортных объектов и их инфраструктуры, объектов разработки россыпных месторождений полезных ископаемых и ООПТ
* В заключение курса студент получает навыки разработки предложений к проекту мониторинга природно-технических систем с применением ГНСС, БПЛА и ГИС-анализа.

1. Цели и задачи курса:

Сформировать знания о принципах применения глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) «ГЛОНАСС/GPSGalileo/BeyDou» для мониторинга природно-технических систем.

**Задачи дисциплины**:

* Определение содержания мониторинга природно-технических систем с применением геоинформационных систем (ГИС) и локальных сетей наблюдений в условиях современного изменения климата;
* Ознакомление с принципами организации ГНСС и их компонентами;
* Практическое применение ГНСС и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга природных процессов (транспортных систем, ООПТ, территории освоения россыпных месторождений и т. п.) на территории России и СНГ;
* Проектирование локальных систем наблюдений ГНСС для мониторинга природно-технических объектов.

4. Объем дисциплины 1 з.е., в том числе 24 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 12 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения: очный.

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины**  **Форма промежуточной аттестации по дисциплине – доклад по теме (разделу)** | **Всего**  **(часы**) | В том числе | | | | | | | |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  ***Виды контактной работы, часы*\*** | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося**  ***Виды самостоятельной работы, часы*** | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | **Всего** | Работа с литературой (включая подготовку доклада\*) | Практи-ческая работа | **Всего** |
| 1. Общее представление о ГНСС, локальных сетях наблюдений и мониторинге природно-технических систем в условиях современного изменения климата. Принципы работы навигационных систем, дифференциальное координирование, автономная навигация, дифференциальные фазовые измерения. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| 2. Референц-станция ГНСС (долговременная геодезическая станция – ДГС). Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), их назначение. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| 3. Географические информационные системы (ГИС). ГИС и карты. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| 4.Картографические проекции в ArcGIS. Создание баз геоданных и классов пространственных объектов. Отношения между символами и атрибутами. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| 5.Цель, задачи, направления, методические приемы ГИС-анализа условий возникновения и активизации опасных экзогенных рельефообразующих процессов. Локальное эколого-геоморфологическое районирование. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| 6.Мониторинг опасных экзогенных рельефообразующих процессов природных и природно-технических систем с применением БПЛА. | **6** | 4 | - | - | - | **4** | 1 | 1 | **2** |
| **Итого** | **36** | **24** | | | | | **12** | | |

**Перечень тем лекций**

1. Общее представление о ГНСС, локальных сетях наблюдений и мониторинге природно-технических систем в условиях современного изменения климата. Навигационная спутниковая система: основные элементы спутниковой системы навигации. Сегменты системы навигации: спутниковый сегмент, наземный сегмент управления, пользовательский сегмент. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС/GNSS/Galileo/BeiDou) и региональные навигационные спутниковые системы (РНСС/RNSS). Современное состояние спутниковых группировок (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou, QZSS, NavIC), их характеристики.

2.Принципы работы навигационных систем, дифференциальное координирование, автономная навигация, дифференциальные фазовые измерения. Принципы определение координат, измерение дальностей, эфемериды и альманахи.

Источники ошибок:ионосферные и атмосферные задержки. Факторы влияющие на величину задержки:

возвышение спутника, плотность ионосферы, влияние водяных паров в атмосфере, ошибки часов спутника и приемника, ошибки переотражения. Геометрический фактор снижение точности измерений (GDOP), параметры: снижение точности трехмерного положения (PDOP), снижение точности в плане (HDOP), снижение точности по высоте (VDOP), снижение точности по времени (TDOP).

3. Референц-станция ГНСС (долговременная геодезическая станция – ДГС). Аппаратная составляющая референц-станции. Сети референц-станций на территории России. Сеть референц-станция географического ф-та и ГАИШ МГУ. Локальные сети для мониторинга природно-технических систем. Международный сервис ГНСС. Мобильный комплекс ГНСС, аппаратная составляющая. Дифференциальные фазовые измерения и разрешение неоднозначности. Методика измерений. Статика, быстрая статика, кинематика, кинематика в реальном времени (RTK). Решение прикладных задач (COGO). Картографические проекции и координаты на плоскости, геоиды. Системы координат, местные системы координат. Трансформация систем координат. Программное обеспечение (ПО), обменный формат данных. Обработка полевых измерений, методика уравнивания относительно референц-станции ГНСС.

4. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), их назначение. Применение методик ГНСС и БПЛА гражданского назначения для мониторинга природно-технических систем. Принципы обработки мозаики снимков БПЛА, составление ортофотоплана и цифровой модели участка исследований. Интеграция результатов ГНСС и материалов БПЛА в геоинформационную систему.

5. Географические информационные системы (ГИС). Основные понятия. Функции ГИС. Форматы данных ГИС.

6. ГИС и карты. ArcMap - картографическое приложение программы ArcGIS. Карты и слои. Классы пространственных объектов и слои. Организация классов пространственных объектов. Отображение и добавление слоев. Управление слоями карты. Создание определяющих запросов.

7. Отношения между символами и атрибутами. Присвоение символов на основе качественных и количественных атрибутов. Выбор метода классификации количественных данных (включая Естественные границы, Равные интервалы, Квантиль и классификацию вручную). Нормирование данных. Работа с надписями и аннотациями. Конвертация надписей в аннотации.

8. Картографические проекции в ArcGIS. Создание баз геоданных и классов пространственных объектов. Задание свойств класса объектов. Выбор пространственных объектов на основе атрибутивных значений. Использование запросов и инструментов ГИС-анализа для решения пространственных задач.

**9.** Цель, задачи, направления, методические приемы ГИС-анализа при эколого-геоморфологическом районировании и мониторинге рельефа территорий, включающих природные и природно-технические системы особоохраняемых природных территорий, трасс магистральных трубопроводов, железных дорог и россыпных месторождений полезных ископаемых;

**10.** Эколого-геоморфологическое районирование освоенных территорий, включающих «природные комплексы» особоохраняемых природных территорий. Локальное эколого-геоморфологическое районирование особоохраняемых природных территорий по условиям возникновения и активизации опасных экзогенных рельефообразующих процессов;

**11.** Эколого-геоморфологическое районирование по условиям изменения рельефа и рельефообразующих процессов при строительном освоении территории при сооружении транспортных систем и других инженерных сооружений, освоении месторождений россыпей. Локальное эколого-геоморфологическое районирование участков трасс и объектов инфраструктуры транспортных сооружений (магистральные трубопроводы, железные дороги), территорий инженерных объектов и россыпных месторождений;

**12.** Мониторинг рельефа и рельефообразующих (эколого-геоморфологический мониторинг) особоохраняемых природных территорий участков трасс и объектов инфраструктуры транспортных сооружений и россыпных месторождений;

**7. Перечень вопросов к зачету:**

1. Назначение навигационных систем и характеристики навигационных систем. Сегменты навигационных систем;
2. Принципы работы навигационных систем. Принципы определение координат, факторы влияющие на точность измерений;
3. Референц-станции ГНСС. Международный сервис ГНСС. Сети референц-станций ГНСС. Локальные сети. Мобильный комплекс ГНСС;
4. Методики измерений мобильным комплексом ГНСС. Картографические проекции, прямоугольные координаты. Прикладные задачи;
5. Программное обеспечение для обработки полевых измерений;
6. Беспилотные летательные аппараты, их назначение. Применение материалов ГНСС и БПЛА для мониторинга природно-технических комплексов.
7. Различия между классом пространственных объектов и слоем;
8. Структура и содержание ГИС;
9. Геопространственная связь между символами и атрибутами;
10. Методы классификации: естественные границы, равные интервалы и Квантиль;
11. Содержание баз геоданных;
12. Цель и задачи ГИС-анализа при эколого-геоморфологическом районировании и мониторинге рельефа;
13. Факторы эколого-геоморфологического районирования территорий.
14. Критерии локального эколого-геоморфологическое районирование объектов инфраструктуры транспортных сооружений;
15. Последовательность мониторинга рельефа и рельефообразующих процессов участков трасс транспортных сооружений.

**8. Рекомендуемая литература**

1. Воскресенская Е.В. , Воскресенский И.С., Сократов С.А Сучилин А.А., Шныпарков А.Л.,, Ушакова Л.А. Геоморфологические условия формирования опасных оползневых процессов на Западном Кавказе и методы их мониторинга. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территории в условиях глобальных изменений климата: Материалы Междунар. конф. М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2020. Т. 22. Ч. 1С. 264–274. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-173-183.
2. Капчеля А.М., Осиюк В.А. Рельеф и экзогенные процессы Кодр Молдавии Ответственный редактор профессор Ю.Г. Симонов, Кишинев «Штиинца», 1989. 228 с.
3. Опасные экзогенные процессы /В.И. Осипов, В.М. Кутепов, В.П. Зверев и др./Под ред. В.И. Осипова. – М.: ГЕОС, 1999. – 290 с.
4. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Григорьева И.Ю. Экологическая геодинамика. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2008. 473 с.
5. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. — М. : ИКФ "Каталог", 2002. — 106 с.
6. Корецкая Г. А. Cпутниковые навигационные системы в маркшейдерии – Кемерово : «КузГТУ», 2012. – 92 с.
7. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы. – М.: УПП «Репрография» МИИГАиК, 2017. - 74 c.
8. Теория и практика высокоточных геодезических измерений / под ред. В. П. Савиных. – М. : Академический проспект, 2009. – 394 с.
9. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
10. Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. — М., «КУДИЦ-ПРЕСС», 2009.
11. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики. Уч. пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 480 с.
12. Лурье И.К., Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. — 422 с.

Интернет ресурсы:

1. https://www.glonass-iac.ru/ - WEB-сайт информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО) ФГУП ЦНИИМАШ
2. https://www.iss-reshetnev.ru/ - WEB-сайт АО «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М.Ф. Решетнёва». Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС И GPS. – М. : ЦНИИГАиК, 2002. – 73 c.

**9. Язык преподавания: русский**

**10. Разработчик(и) программы:**

Доцент, Ушакова Людмила Алексеевна

С.н.с., Сучилин Александр Алексеевич

инж., Воскресенский Иван Сергеевич