**Глобальные навигационные спутниковые системы для мониторинга природно-технических систем**

доцент Ушакова Людмила Алексеевна

с.н.с. Сучилин Александр Алексеевич

инж. Воскресенский Иван Сергеевич

**Цель дисциплины:** Сформировать знания о принципах применения глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) «ГЛОНАСС/GPS» 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.

**Форма проведения аудиторных занятий:**

Традиционные лекции, интерактивные лекции (семинары), внеаудиторные занятия (полевые лекции-семинары, мастер-классы специалистов научно-производственных организаций).

**Формы самостоятельной работы студентов:**

Подготовка докладов на семинарах, выполнение творческих заданий, обсуждение на семинарах.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

* ГНСС и её компоненты
* Содержание и основные принципы ГИС и мониторинга природно-технических систем
* Основные компоненты природно-технических систем, региональные особенности линейных объектов инфраструктуры транспортных сооружений, ООПТ, месторождений россыпных полезных ископаемых и т.д.

**Уметь:** составлять предложения к проекту мониторинга с применением методов ГНСС, интегрировать полученные результаты в геоинформационную систему, геоинформационного анализа

**Владеть:**

Методическими приёмами ГНСС и ГИС-анализа для мониторинга природно-технических систем

**Основные темы курса**

**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) 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;