

Лекция № 16

Природо-техническая система железных дорог. Аэрокосмическая информация в обеспечении эксплуатационной надежности протяженного транспортного объекта

1. Природно-техническая система железных дорог

1.1 Железная дорога, как техническая система

Железная дорога может быть представлена в виде сложной многоуровневой системы, состоящей из ряда подсистем.



Рис.1. Система «Железная дорога»

1. Трасса - продольная ось пути на уровне БЗП, определяющая пространственное положение системы и взаимное положение подсистем.
2. Несущие конструкции – земляное полотно, водопропускные сооружения, виадуки, тоннели, подпорные стены (НСП) и рельсы, Скрепления, шпалы, стрелочные переводы, балласт (ВСП).
3. Путьевое развитие - главные и станционные пути
4. Путьевое развитие - разъезды, обгонные пункты, участковые сортировочные, промежуточные станции , ж.д. узлы.
5. Подвижной состав – локомотивы, вагоны, моторвагонные поезда

6. Электроснабжение - внешнее электроснабжение, тяговые подстанции, контактная сеть
7. Средства управления процессами перевозок – устройства СЦБ и связи
8. Средства технического обслуживания – путевое, локомотивное, вагонное, пассажирское и др. хозяйства дороги
9. Коммуникации – линии связи и электропередачи, устройства водо- и теплоснабжения, канализации и т.д.

По признаку сложности переустройства подсистемы и их элементы делятся:

- А) Труднопереустройстваемые (это постоянные сооружения – земляное полотно, ИССО, площадки отдельных пунктов)
- Б) Легкопериустройстваемые (ВСП, путевое развитие, СЦБ и связь)

Задача проектировщика – выбор трассы и таких параметров системы и средств технического оснащения, при которых заданный эффект достигается с минимальными затратами.

1.2 Железная дорога, как природно-техническая система

В процессе строительства железных дорог формируется природно-техническая система (ПТС) — открытая динамическая система взаимодействия природных компонентов природной среды и инженерных сооружений.

Она функционирует под влиянием факторов внешней среды $S_{вс}$, зависит от времени (t), является многопараметрической (конструктивно), наблюдаемой (при оценке изменения состояний), управляемой (U) и нацелена на обеспечение стабильности (устойчивости) (C_m) и надежности объектов ($O_{жд}$). В общем виде ее можно представить как функцию многих переменных:

$$ПТС \rightarrow F(S_{вс}, t, U, O_{жд}, C_m);$$

В свою очередь факторы внешней среды характеризуются

$$S_{\text{вс}} \rightarrow \mathbf{F} (S_{\text{пкс}}, P_{\text{вс}}),$$

где $S_{\text{пкс}}$ — природная среда; $P_{\text{вс}}$ — факторы силового воздействия (железнодорожных составов и др.).

Управление параметрами взаимодействия U определяется оптимальными техническими решениями по проектированию, строительству, реконструкции и содержанию железнодорожных объектов.

Природная среда ($S_{\text{пкс}}$) включает в себя рельеф, грунты, акватории и протекающие в них физико-химические процессы, сейсмичность, сток поверхностных и подземных вод, гидродинамические и другие процессы в акваториях, а также климатические факторы — температурный, влажностный, ветровой и другие режимы.

Железнодорожные объекты ($O_{\text{жд}}$) характеризуются **определенной структурой (St)**, **размерными параметрами ($R_{\text{п}}$)**, состоянием **грунтовой среды ($S_{\text{гс}}$)** земляного полотна, что в общем виде можно представить следующим образом:

$$O_{\text{жд}} \rightarrow \mathbf{F} (St, R_{\text{п}}, S_{\text{гс}}).$$

Функционирование ПТС можно описать следующими фазовыми состояниями железнодорожного цикла:

- a) природное состояние (изыскание и проектирование) в предпостроечный период,
- b) технологическое состояние в период строительства,
- c) адаптивное в после-построечный период — относительно стабильное состояние (релаксация стабильности)
- d) усиление железнодорожных объектов и инфраструктуры в

ремонтно-реконструктивный период.

Относительно стабильное состояние ПТС характеризуется динамическим равновесием, которое сформировалось в многовековом прошлом периоде природной среды и продолжается процессами денудации при сезонном изменении климатических факторов среды в годовых циклах.

Природные процессы изменения состояний горных пород (увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания, набухания и усадки, пучения, эрозионные, абразионные, карстовые, гравитационные, сейсмотектонические, склоновые, криогенные и другие процессы) **приводят к деформациям и разрушению инженерных сооружений** (трещинообразованию, смещениям, просадкам и провалам, подтоплению, размывам, затоплению и др.).

Системный подход к их анализу позволяет устанавливать причинно-следственные связи природных явлений, оценивать изменения экологической обстановки и необходимость инженерной защиты сооружений и природной среды.

Для этого требуется информационное обеспечение системы управления (U), принятие оптимальных технических решений по бесперебойному функционированию и стабильности (устойчивости) ПТС.

Необходимую информацию для проектирования железных дорог обычно получают наземными методами железнодорожных изысканий.

Однако такие работы весьма трудоемки и связаны с громоздкими изыскательскими экспедициями. При этом не исключается недостоверность оценки благоприятных форм рельефа для укладки трассы.

Поэтому в практике проектирования железных дорог применяются аэроизыскания, которые эффективны на предпроектной стадии и на стадии разработки технического проекта.

При аэрорекогносцировке выполняются аэронивелирование, гидрометрические, геологические и другие измерения.

По материалам аэроизысканий (с учетом данных на земных

измерений) осуществляется *цифровая фотограмметрическая и картографическая обработка* данных и *составляются топографические планы, по которым выполняется трассирование.*

Вместе с тем, в современных условиях при масштабном развитии глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и внедрении в хозяйственную сферу новых разработок в области электронных многоспектральных аэросъемочных систем расширяются возможности получения и использования разновысотной аэрокосмической информации.

В настоящее время в системе аэрокосмического зондирования (АКЗ) земной поверхности (синоним дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)) все большее развитие получают технологии, основанные на получении разновысотной и многоспектральной информации с помощью космических средств, самолетов, вертолетов, дирижаблей и дельтапланов.

В простейшем виде аэрокосмическая информация представляется в виде обычных панхроматических **аэрофотоснимков (АФС)**, получаемых при съемках с воздушных носителей, и **космических фотоснимков (КФС)**, получаемых с космических летательных аппаратов в черно-белом панхроматическом или в узком видимом диапазоне электромагнитного спектра.

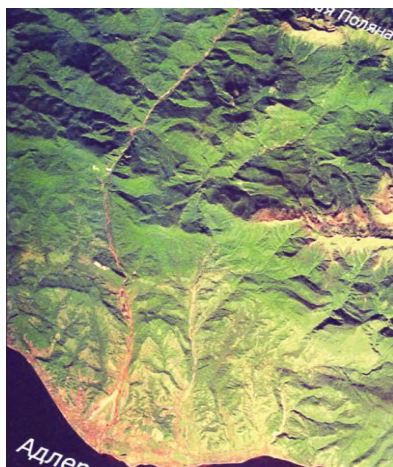
На рис. 1. приведен аэрофотоснимок (Подмосковье, МГУПС), полученный с легкого летательного аппарата (мотодельтаплана).



Такие фотоснимки применяются для планово-картографических материалов (земельного кадастра) и фотограмметрических планов малых объектов (железнодорожные станции, объекты транспортной инфраструктуры) (рис. 2 — трасса БАМ).



Космические фотоснимки информативны с точки зрения получения информации **о разнообразии природных условий** и изучении **закономерностей их динамики** под влиянием различных факторов на больших территориях (рис. 3 — спектральный космический фотоснимок района Адлер — Красная Поляна).



Они предоставляют достоверную ландшафтно-рекреационную информацию для укладки трассы железной дороги по оптимальному варианту с учетом природных особенностей местности. С помощью аэрокосмического зондирования (АКЗ) можно охватить обширные территории.

В свою очередь, ж.д. транспорт является частью глобальной техносферы, к возникновению которой привели эволюция развития человечества и создание индустриальных методов хозяйствования.

Природная среда при функционировании элементов техносферы является источником сырьевых и энергетических ресурсов и пространства для размещения ее инфраструктуры.

Успешное функционирование и развитие железнодорожного транспорта зависит:

- a) от состояния природных комплексов;
- b) наличия природных ресурсов;
- c) развития инфраструктуры искусственной среды;
- d) социально-экономической среды общества.

Состояние окружающей среды при взаимодействии с объектами железнодорожного транспорта зависит от инфраструктуры:

- a) по строительству железных дорог,
- b) производству, ремонту и эксплуатации подвижного состава, производственного оборудования;
- c) интенсивности использования подвижного состава и других объектов на железных дорогах;
- d) результатов научных исследований и их внедрения на предприятиях и объектах отрасли.

Поэтому уровень воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду достаточно велик.

Характер влияния транспорта на природу определяется составом технических факторов, интенсивностью их воздействия, экологической весомостью этих воздействий на элементы окружающей среды.

Загрязнение от объектов железнодорожного транспорта накладывается на загрязнения от хозяйственно-производственной деятельности предприятий и коммунальных служб городов.

Влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку проявляется:

загрязнением воздушной среды;

водной среды;

загрязнением земель при строительстве и эксплуатации железных дорог.

Известно, что в радиусе от 10м до нескольких километров от ж.д. пути почва, растительность, вода имеют повышенную концентрацию вредных веществ, накопление которых за длительный период может отрицательно сказываться на здоровье людей.

Происходит и загрязнение сыпучими грузами (уголь, руда, удобрения, торф и т.д. (около 59% от общего отправления). При этом запланированная убыль из-за несохранности этих грузов значительно ниже, (почти в 3 раза – по оценке Вузов и научных организаций) реальной величины.

Но потери сыпучих грузов в свою очередь приводят к загрязнению балласта, боксованию колесных пар вагонов, снижению устойчивости ж.д. пути, нарушению работы рельсовых цепей, увеличению тормозного пути, дополнительному загрязнению прилегающей территории тяжелыми металлами, нефтепродуктами и ГСМ.

В целом, факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду можно классифицировать по следующим признакам:

- механическое воздействие (твердые отходы, воздействие дорожной техники на почву);

- физическое (тепловое излучение, электромагнитные поля, ультра и инфразвук, вибрация, радиация);

- химическое (кислоты, щелочи, соли металлов, углеводороды, краски и растворители, пестициды);

- биологическое (нефтяное загрязнение создает новую экологическую обстановку и приводит к глубокому изменению всех звеньев биоценоза - это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов); *Например, через 3 дня после аварии – схода нефтеналивного состава с утечкой – в почве погибает 99% почвенных животных.*

- эстетическое (нарушение ландшафтов, осушение, заболачивание).

Эти факторы могут действовать на природу долговременно, сравнительно недолго, кратковременно и мгновенно.

Взаимодействие железной дороги и окружающей среды выражается в виде возмущений.

Взаимодействие железной дороги с окружающей средой может быть «доброжелательным» и «конфликтным».

Во избежание конфликтов при проектировании железных дорог должны быть разработаны мероприятия **по защите железной дороги от**

окружающей среды и окружающей среды от негативного воздействия железной дороги.

Например, устройство транспортных развязок с другими транспортными системами в разных уровнях,

устройство водопропускных сооружений и т.д.

При проектировании и оперативном управлении строительством и эксплуатацией железных дорог принимаемые технические и организационно-технологические решения должны обеспечивать устойчивость ПТС и ее элементов на всех этапах их эволюции.

Для этого необходимо создание эффективного механизма оперативного управления – инженерно-экологического мониторинга, который позволял бы непрерывно контролировать параметры ПТС и управлять ими путем совершенствования принимаемых технических решений с учетом сложившейся экологической ситуации.

Литература:

1. СП 237.1326000.2015 Инфраструктура железнодорожного транспорта. Общие требования
2. СП 119.13330.2012 Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95
3. Основы проектирования, строительства и реконструкции железных дорог [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. А. Бучкин [и др.] ; ред.: Ю. А. Быков, Е. С. Свинцов. - М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2009. - 447 с.