# Министерство образования Новгородской области

**«Новгородский строительный колледж»**

**Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Новгородский строительный колледж»**

**Научная статья на тему «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов: технические, организационные и экологические аспекты»**

**Scientific article on the topic «** **Construction and operation of highways and airfields: technical, organizational, and environmental aspects»**

**Автор: Коротков С.И. Студент группы Д-15,**

**специальность «Строительство и эксплуатация**

**автомобильных дорог и аэродромов»**

**Преподаватель: Добрыневский.М.А**

**Аннотация**

В статье рассмотрены современные подходы к проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов. Проанализированы основные конструктивные элементы дорожных и аэродромных покрытий, требования к земле и дренажу, технологии возведения слоистой несущей структуры, методы контроля качества и организации работ. Особое внимание уделено эксплуатации: мониторингу состояния полотна, методам ремонта и профилактической реконструкции (плановый ремонт, фрезерование, восстановление верхних слоёв). Рассмотрены вопросы безопасности движения и авиационной эксплуатации, влияния климатических и гидрогеологических условий, а также экологические и экономические аспекты выбора технологий. На основе анализа предложены рекомендации по повышению долговечности покрытий и снижению жизненного цикла расходов.

**Ключевые слова**

Автомобильные дороги, аэродромы, дорожные покрытия, конструкция полотна, дренаж, эксплуатация, ремонт, экология, экономическая эффективность.

**Введение**

Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов являются критически важными компонентами современной транспортной инфраструктуры. Надёжность и безопасность этих сооружений зависят от комплексного подхода: корректной геотехнической оценки, грамотного проектирования слоя основания и покрытия, соблюдения технологической дисциплины при строительстве, а также систематического обслуживания в период эксплуатации. Различия между дорогой и аэродромом связаны с требованиями к ровности, несущей способности, допустимым деформациям и фрикционным характеристикам покрытия, что диктует как общие принципы, так и специфические решения.

**Проектирование и геотехническая подготовка**

Успех последующих работ определяется стадией геологических и геодезических изысканий. Необходимы:

- определение состава и свойств грунтов (глубина промерзания, влажность, плотность, плотность поперечных слоёв);

- оценка уровня и режима грунтовых вод;

- определение прочностных характеристик и возможности уплотнения;

- анализ климатических условий (морозная пучинистость, интенсивность осадков).

По итогам изысканий выбирается тип дорожной или аэродромной конструкции (грунтовая, щебёночная, асфальтобетонная, цементобетонная), задаются толщины слоёв, требования к материалам и дренажу.

**Конструкция полотна: материалы и слоистость**

Типичная многослойная конструкция включает: уплотнённое основание (натуральный грунт или усиленное грунтообработкой), подстилающий слой (песок, мелкий щебень), несущие слои (щебень, гравий), выравнивающий слой и верхнее покрытие (асфальтобетон или цементобетон). Для аэродромов верхний слой должен обеспечивать высокую равномерность, устойчивость к активации контактных нагрузок и сопротивление скользящим силам шин самолетов.

**Ключевые требования к материалам:**

- фракционный состав и прочность щебня/гравия;

- водопроницаемость и площадь пор для водоупорных слоёв;

- марочное соответствие асфальтобетона (класс по прочности, стойкости к деформациям, морозостойкости);

- состав бетонных смесей для аэродромных плит (прочность на сжатие, режим полимеризации, армирование для предотвращения трещинообразования).

**Дренаж и водоотвод**

Отвод воды — одна из базовых задач. Неграмотная организация дренажа приводит к разрушению основания и снижению несущей способности. При проектировании учитывают:

- наружный дренаж (кюветы, лотки, водоотводные канавы);

- внутренний дренаж (дренажные трубы в основании, геотекстили);

- устройство фильтрующих прослоек и геосинтетики;

- уклоны проезжей части и отмостки аэродромных рулёжных дорожек для быстрого стока воды.

Особое внимание уделяется защите от сезонного подтопления и влияния высокой грунтовой влаги.

**Технологии строительства**

Современное строительство опирается на механизацию и управление качеством:

- земляные работы: расчистка, срез плодородного слоя, насыпь и уплотнение в слоях, контроль плотности;

- подготовка основания: стабилизация цементом/известью при слабом грунте;

- устройство щебёночных и гравийных слоёв с контролем гранулометрии и уплотнения;

- укладка асфальтобетона в несколько слоёв (основание, связующий, износостойкий слой), контроль температуры и уплотнения;

- укладка цементобетонных плит с швами деформации, шлифовкой поверхности.

В аэродромном строительстве применяют специализированные укладчики и уплотнители, системы прогрева и контроля ровности (ретрофит‑устройства для достижения допусков ровности, измеряемых профилометром).

**Контроль качества**

Контроль включает лабораторные и полевые испытания: определение плотности уплотнения, прочности образцов, содержание влаги, зерновой состав, степень уплотнения, модуль упругости основания, ровность поверхности (DIN/FAA критерии). Для аэродромов дополнительно проверяют коэффициент сцепления (friction), ровность по измерениям MTD/IRI и толеранс допустимых деформаций.

**Эксплуатация: мониторинг и техобслуживание**

Эксплуатация — длительный и систематический процесс, включающий:

- регулярный визуальный и инструментальный осмотр;

- плановые профилактические работы (ремонт трещин, герметизация швов, частичная замена верхних слоёв);

- текущие работы (ямочный ремонт, подсыпка щебнем, очистка дренажей);

- календарное планирование крупного ремонта и реконструкции на основе остаточного ресурса и экономического анализа;

- применение систем мониторинга: датчики деформаций, системы наблюдения за нагрузками, тепловизионные обследования.

Для аэродромов эксплуатационные требования строже: контроль ровности и коэффициента сцепления ежедневно/по расписанию и после неблагоприятных погодных событий; обеспечение безопасности руления и взлётно‑посадочных операций.

**Ремонт и восстановление покрытий**

Принципы ремонта:

- ранняя локализация дефектов и оперативное устранение предотвращают большие затраты;

- ямочные ремонты (пластический/холодный асфальт) — временные меры;

- капитальный ремонт включает снятие изношенных слоёв, восстановление основания и укладку нового покрытия;

- технологии «поверхностного уплотнения» (микро‑сверху — микрослой, поверхностная обработка) продлевают ресурс покрытия.

Экономическая оценка жизненного цикла (LCC) помогает выбрать оптимальный момент для реставрации: баланс затрат на текущий ремонт и риск ранней полномасштабной реконструкции.

**Безопасность и эксплуатационные ограничения**

Безопасность связана с ровностью поверхности, видимостью разметки, состоянием ограждений и знаков, состоянием дренажа и конструкций, отсутствием пульсаций и выбоин. Для аэродромов критичны фрикционные характеристики и отсутствие посторонних предметов (FOD); применяются регулярные очистки и инспекции, системы предотвращения фугасного воздействия и антиобледенительные мероприятия.

**Экологические и социально‑экономические аспекты**

Строительство и отвалы материалов влияют на окружающую среду: деградация земель, изменение стока, шум и пыль. Для минимизации воздействий применяют:

- снижение территории изъятия за счёт внутренних отвалов и оптимизации трасс;

- рекультивация отвалов, восстановление растительного покрова;

- внедрение технологий снижения пыли (увлажнение, покрытие);

- оценка и управление выбросами при асфальтировании и бетонировании;

- экономический анализ (затраты на строительство и эксплуатацию vs. ожидаемый экономический эффект от транспортной доступности).

Инвестиции в долговечность покрытий оправданы снижением LCC и меньшими социальными издержками.

**Инновации и цифровизация**

Современные тренды: использование геосинтетики, полимерных добавок в асфальт и бетон для повышения стойкости; применение БПЛА и LiDAR для мониторинга; цифровые двойники объектов; интеллектуальные системы управления дорожным движением и централизованный сбор эксплуатационных данных. В аэродромной сфере развивается интеграция с системами управления воздушным движением и предиктивный мониторинг состояния покрытий.

**Рекомендации**

- Тщательные изыскания и правильный выбор конструкции — ключ к долгой службе сооружения.

- При слабых грунтах применять стабилизацию основания (цемент/известь/геосинтетика).

- Обеспечить качественный дренаж на всех этапах.

- Использовать системный мониторинг состояния, чтобы принимать решения по ремонту на ранних стадиях.

- Оценивать жизненный цикл и применять методы LCC при выборе технологий.

- Внедрять инновационные материалы и цифровые инструменты для повышения эффективности и безопасности.

**Заключение**

Комплексный подход к строительству и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов — от геотехнических изысканий до систематического мониторинга в эксплуатации — обеспечивает надёжность, безопасность и экономическую эффективность транспортных объектов. Инвестиции в качество материалов, организацию дренажа, современные технологии уплотнения и контроля качества оправдываются снижением затрат жизненного цикла и повышением уровня безопасности. Применение инноваций и цифровизации открывает дополнительные возможности для предиктивного обслуживания и продления ресурса покрытий.

**Список литературы (основные направления для дальнейшего чтения)**

1. Рекомендации и стандарты по проектированию и строительству автомобильных дорог (СНиП, ГОСТы; материалы профильных ведомств).

2. AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials.

3. FAA Advisory Circulars on Airport Design (AC 150/5300 series), FAA Airport Pavement Design.

4. Хиршман Н., др. Технологии дорожного строительства. Учебное пособие/монография (обзор современных материалов и методов).

5. Доклады и статьи по тематике LCC дорожных сооружений и применению геосинтетики в дорожном строительстве.

6. Руководства по эксплуатации аэродромных покрытий, международные стандарты ICAO.