

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Факультет транспортных коммуникаций

ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Материалы
77-й Студенческой научно-технической конференции
апрель – май 2021

Минск
БНТУ
2021

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

кандидат технических наук, доцент С.Е. Кравченко (председатель)

Редакторы:

старший преподаватель Л.В. Козловская;

старший преподаватель Е.М. Жуковский;

старший преподаватель В.В. Лапенко;

старший преподаватель А.Ю. Будю;

старший преподаватель А.В. Забавская;

старший преподаватель А.В. Кабацкий;

старший преподаватель М.А. Хотомцева;

старший преподаватель В.А. Ходяков

Составитель:

старший преподаватель В.А. Ходяков (зам. председателя)

В сборник включены тезисы докладов, представленных на 77-й студенческой научно-технической конференции БНТУ студентами Факультета транспортных коммуникаций.

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 МОСТЫ И ТОННЕЛИ

<i>Иголина Мария Сергеевна</i> БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КАК ЛУШИЙ МЕТОД СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ СУЩЕСТВУЮЩИЕ НАСЫПИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ (МЕТОД МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ)	18
<i>Турсунбаев Тимурбек Авазбек угли</i> ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПУТЕПРОВОДОВ И ЭСТАКАД В Г. ТАШКЕНТ.....	23
<i>Тухтаев Бобуржон Хайрулла угли</i> ВОЗРАЖДЕНИЕ УНИКАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ – БАШНИ ГИПЕРБОЛОИДНОЙ СИСТЕМЫ ИМ. ШУХОВА В Г. БУХАРА	25
<i>Эшонхужаева Шахнозахон Абдуманноновна</i> ПЕРВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ТРЕХ УРОВНЯХ В УЗБЕКИСТАНЕ	27
<i>Андреевич Дмитрий Васильевич</i> САМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ТОННЕЛИ МЕГАПОЛИСОВ МИРА.....	30
<i>Атрошенко Павел Алексеевич</i> УХАНЬСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОСТ.....	33
<i>Белобокый Андрей Евгеньевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА KJERKNESVAEN И STRAUMEN (НОРВЕГИЯ).....	35
<i>Бородич Кирилл Дмитриевич</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ЗИГРИСВИЛЬ И БЕАТЕНБЕРГ (ШВЕЙЦАРИЯ).....	38
<i>Буянов Тимофей Олегович</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ И ПОДЗЕМНО-НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ТУМАНОМ ВРОКК В ПЕНДЖИКЕНТСКОМ РАЙОНЕ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ ТАДЖИКИСТАН.....	41
<i>Васюкевич Никита Юрьевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА МОНТЕСАРЧИО (ИТАЛИЯ).....	44

<i>Воронюк Дмитрий Павлович</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ШИРЕНГ И ЛА МЮРЕТТ (ФРАНЦИЯ).....	47
<i>Головач Анастасия Дмитриевна</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ, СОЕДИНЯЮЩЕГО MALAGUILLA И ROBLEDILLO DE MONHERNANDO В ИСПАНИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА.....	50
<i>Гомолко Андрей Феодосьевич</i> КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА.....	52
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> СТАНЦИИ МЕТРО БЕЗ ВОДИТЕЛЯ В ДОХИ.....	55
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> ТОННЕЛЬ В ГОРОДЕ ЕРЕВАНЕ С ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКОЙ.....	59
<i>Дейко Вадим Витальевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ КРЕВУ И ЛЕЗ-ОР, ФРАНЦИЯ	62
<i>Ермаков Глеб Валерьевич</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ВАЛЕНШТАДТ И ГОРОДОМ БУКС, КАНТОН САНКТ-ГАЛЛЕН, ШВЕЙЦАРИЯ.....	67
<i>Жданович Александр Александрович</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ВЕНГЕН И ЛЮЧЕНТАЛЬ, ШВЕЙЦАРИЯ.....	69
<i>Жилко Яна Витальевна</i> ОТЕЛЬ MORPHEUS	71
<i>Жильский Павел Дмитриевич</i> АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ СЕЙН-ЛЕЗ-АЛЬП И ЛЕ ЛОЗЕ-УБЕ, ВО ФРАНЦИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «САМОЗАЛЕЧИВАЮЩЕГОСЯ» БЕТОНА	74
<i>Казак Анна Юрьевна</i> В НИДЕРЛАНДАХ СТРОЯТ САМЫЙ ДЛИННЫЙ ВЕЛОСИПЕДНЫЙ МОСТ В ЕВРОПЕ, КОТОРЫЙ СТАНЕТ ОРИЕНТИРОМ ДЛЯ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ	77
<i>Казак Анна Юрьевна</i> ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ	79

<i>Казаченко Мария Владимировна</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ И НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА, СОЕДИНЯЮЩЕГО SEVIO И BRIONE В ШВЕЙЦАРИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛИТКИ RAVEGEN, ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	79
<i>Калиберов Андрей Кириллович</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА В АВСТРИИ.....	84
<i>Карнейко Антон Сергеевич</i> ВИСЯЧИЙ МОСТ С ДЕРЕВЯННОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ЧЕРЕЗ РЕКУ РЕЙН	86
<i>Карнейко Антон Сергеевич</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОХОДЧЕСКОГО ЩИТА ОКОЛО ГОРОДА АЛТЫАГАДЖ ХЫЗИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАН	88
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> ТЕХНОЛОГИЯ КОМПАНИИ DYNAMIC INFRASTRUCTURE.....	91
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕКРЕСТКОВ С КРУГОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ.....	93
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> СТЕКЛЯННЫЙ МОСТ ЧЖАНЦЗЯЦЗЕ	96
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> МНОГОУРОВНЕВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ КРАКОВ	99
<i>Кожедуб Павел Сергеевич</i> ГОТАРДСКИЙ БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ	102
<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫЙ ТОРГОВЫЙ КОМПЛЕКС НА ВНУТРЕННЕЙ СТОРОНЕ АЭРОПОРТА ЧАНГИ	108
<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> ПЕРВЫЙ В МИРЕ ТОННЕЛЬ ДЛЯ КОРАБЛЕЙ.....	110
<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА	112

<i>Купраш Илья Сергеевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЦИРВОЙ И ГОРОДОМ НОВЕ-СВН ФЛОРЕАНО, РАЙОН ТРЕВИЗО, ИТАЛИЯ	114
<i>Лавор Артём Андреевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ GIORNICO И ACQUAROSSA, ШВЕЙЦАРИЯ	118
<i>Лаппо Екатерина Ивановна, Мартинович Илья Сергеевич</i> ОБРУШЕНИЕ ЭСТАКАДЫ МЕТРО В МЕХИКО	121
<i>Лимонт Александр Витальевич</i> БЕТОН, УЛАВЛИВАЮЩИЙ УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ИЗ АТМОСФЕРЫ	123
<i>Лозюк Анастасия Николаевна</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ХУАННАНЬ (ТИБЕТСКИЙ ОКРУГ) И ГОРОДОМ СЮНЬХУА (САЛАРСКИЙ УЕЗД), КИТАЙ.....	125
<i>Матвеевко Александра Сергеевна</i> СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ	127
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> СОВРЕМЕННАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ В ЦЗЯСИНЕ	130
<i>Мороз Андрей Павлович</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ПОСЁЛКОМ МАЦУКАВА И ГОРОДОМ МИНАМИАРУПУСУ, ПРЕФЕКТУРА ЯМАНАСИ, ЯПОНИЯ	132
<i>Нестерович Любовь Юрьевна</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ВАЛДАЛЕН И ВОЛЛ (НОРВЕГИЯ)	135
<i>Потребва Вероника Георгиевна, Смолян Ксения Олеговна</i> ОБРУШЕНИЕ МОСТА В БОРИСОВЕ	139
<i>Приборец Анастасия Евгеньевна</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ АНГРЕН И ШАЙДОН, УЗБЕКИСТАН.....	141
<i>Святохо Ольга Викторовна</i> «ДЕРЕВНЯ ПОД КУПОЛОМ» В КИТАЕ	144
<i>Семерня Павел Анатольевич</i> КОМБИНИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВ	148

Сорокин Максим Александрович, Шельманов Павел Сергеевич МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННОГО МОСТА. REVIT	150
Станкевич Никита Александрович ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ «АЛЬБУКЕРКЕ – САНДИА-ПАРК».....	154
Тарасов Никита Анатольевич ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АВТОЗАВОДСКОЙ ЛИНИИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА	157
Турляй Игорь Викторович АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЦИРВОЙ И ГОРОДОМ НОВЕ-СВН ФЛОРЕАНО, РАЙОН ТРЕВИЗО, ИТАЛИЯ	162
Федянин Георгий Дмитриевич ELIZABETH LINE.....	165
Хмельницкий Богдан Николаевич МОСТ ГОНКОНГ — ЧЖУНХАЙ — МАКАО.....	167
Чаусова Виктория Александровна АККУМУЛИРУЮЩАЯ ПЛИТКА PAVEGEN	169
Шевелёв Николай Леонидович АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЮДЗАВА И ПОСЁЛКОМ СИМИДЗУ, ПРЕФЕКТУРА НИИГАТО, ЯПОНИЯ	171
Шельманов Павел Сергеевич ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ПАРЕ И ГОНДИНО (ИТАЛИЯ).....	174
Шостко Олег Витальевич СТРОИТЕЛЬСТВО КОМПЛЕКСА И ТОННЕЛЯ, СОЕДИНЯЮЩЕГО SOFFRANKO И OLANTREGNE В ИТАЛИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕТРЯНЫХ ОГНЕЙ.....	179
Шукелойть Владислав Геннадьевич БЕЗОПАСНЫЕ УЛИЦЫ	181
Шукелойть Владислав Геннадьевич ПРОЕКТ СЖАТИЯ ГОРОДОВ	183
Юрашевич Денис Николаевич МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПАРТНЫМ В НОВРЕГИИ	185

<i>Абраменко Денис Анатольевич</i> БАСТАЙСКИЙ МОСТ	188
<i>Атрошенко Павел Алексеевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГЕРМАНИЕЙ И АВСТРИЕЙ	190
<i>Будемко Александр Владимирович</i> ФОРМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА	193
<i>Будемко Александр Владимирович</i> НОВЫЕ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА ГОРОДА МИНСК	195
<i>Бурмаков Иван Алексеевич</i> БРУКЛИНСКИЙ МОСТ	198
<i>Буц Владислав Витальевич</i> МОСТ ПОНТЕ-ВЕККЬО	200
<i>Глушенок Артем Васильевич</i> ПОЛИСТИРОЛБЕТОН.....	203
<i>Жинь Владимир Александрович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ СУРГАНОВА И МАКСИМА БОГДАНОВИЧА.....	205
<i>Захарчук Максим Юрьевич</i> МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН.....	208
<i>Зенькевич Максим Олегович</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА РАСПОЛОЖЕННЫХ ДРУГ ПОД ДРУГОМ ТОННЕЛЕЙ МЕТОДОМ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКИ	212
<i>Казак Анна Юрьевна</i> КАК ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ СНИЗИТЬ СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК	215
<i>Клачков Евгений Дмитриевич</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ	217
<i>Колбик Егор Сергеевич</i> ПЛАВАЮЩИЙ ТОННЕЛЬ.....	219

<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА	222
<i>Кучеренко Кирилл Игоревич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ФРАНЦИИ.....	226
<i>Микутайтис Егор Иванович</i> ИННОВАЦИИ В БЕТОНЕ	229
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	231
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ОКОН ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЯ В КАНАДЕ.....	233
<i>Нестер Дмитрий Александрович</i> АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В РАЙОНЕ Г. МИХАС, ИСПАНИЯ	236
<i>Пашкевич Владислав Геннадьевич</i> ГИБКИЙ БЕТОН.....	239
<i>Правада Кирилл Александрович</i> ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОДУЛИ, ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ	241
<i>Пуссель Артём Вячеславович</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИИ МЕТРО.....	243
<i>Радюк Андрей Евгеньевич</i> ФЕРМЕННЫЙ МОСТ	246
<i>Романюк Никита Дмитриевич</i> ЛИТЕЙНЫЙ МОСТ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	249
<i>Сергеева Мария Владимировна</i> САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН В МОСТОСТРОЕНИИ.....	251
<i>Сергеева Мария Владимировна</i> АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННО - ПРАВОВОЙ ФОРМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «МОСТОСТРОЙ» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	253

<i>Сергеева Мария Владимировна</i> ТРАНСПОРТНЫЙ ТОННЕЛЬ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В РАЙОНЕ Г. ГАРМИШ-ПАРТЕНКИРХЕН И Г. МИТТЕНВАЛЬД, ГЕРМАНИЯ	255
<i>Скрипчук Владислав Иванович</i> МОСТ ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ АКАСИ	258
<i>Сорокин Максим Александрович</i> SEGMENTAL BRIDGE LAUNCHING MACHINE	260
<i>Тарлецкий Иван Владимирович</i> ТЕХНОЛОГИЯ ТИСЭ	262
<i>Хмельницкий Богдан Николаевич</i> ЛИЗИНГ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	264
<i>Хмельницкий Богдан Николаевич</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ТУАПСЕ (РОССИЯ)	266
<i>Чаусова Виктория Александровна, Жилко Яна Витальевна</i> АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИЗДЕРЖКИ.....	270
<i>Чернухин Максим Сергеевич</i> БРУКЛИНСКИЙ МОСТ	273
<i>Шукелойть Владислав Геннадьевич</i> ЛИЗИНГ	275
<i>Шукелойть Владислав Геннадьевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ВБЛИЗИ ГОРОДА ДЖАКАНА.....	276
<i>Янковский Дмитрий Николаевич</i> ТОННЕЛИ.....	280

Секция 2 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

<i>Абрамчук Владислав Иванович</i> ПРИДОРОЖНЫЙ СЕРВИС И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО РАЗВИТИЯ.....	284
--	-----

Архипенко Ярослав Игоревич СЕЗОННЫЕ ОСМОТРЫ, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	287
Войтик Евгений Анатольевич ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ТРУДАХ УЧЕНЫХ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ	289
Войткевич Антон Александрович, Кожевятова Дарья Викторовна ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ СИНГАПУРА	292
Войткевич Антон Александрович, Кожевятова Дарья Викторовна МАТЕРИАЛ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ - ГИБКИЙ БЕТОН CONFLEXRAVE.....	293
Войткевич Антон Александрович ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ	294
Волковец Александр Максимович ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ	298
Голодок Максим Владимирович АВТОМОБИЛИЗАЦИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ МИРА	300
Иванов Антон Борисович ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	302
Дранец Яна Валерьевна ВЫБОР ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	306
Климович Артур Дмитриевич АВАРИЙНОСТЬ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ	308
Кузьмич Диана Вячеславовна МОСТЫ ЯПОНИИ.....	310
Кулеш Никита Павлович ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ	314
Лучковский Олег Александрович ОСОБЕННОСТИ ГРУНТА ПОД МОСТАМИ ШВЕЙЦАРИИ.....	317

<i>Матвеевко Александра Сергеевна</i> МОСТЫ КИТАЯ	321
<i>Махнач Александра Михайловна</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕЗДА СВЕРХНОРМАТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ.....	325
<i>Семерня Павел Анатольевич</i> ОСОБЕННОСТИ ГРУНТА ПОД МОСТАМИ ФРАНЦИИ.....	328
<i>Обламская Елизавета Владимировна</i> УЧЕТ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ	331
<i>Филипеня Александр Витальевич</i> ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТИ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ НА РЕЖИМ И ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ	333
<i>Буянов Тимофей Олегович</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПО УКЛАДКЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ УСТРОЙСТВА TOPCON.....	335
<i>Войтехович Анастасия Владимировна, Обламская Елизавета Владимировна, Залепин Павел Александрович</i> ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ КАПСУЛИРОВАННЫЕ В СОСТАВЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	338
<i>Карнейко Антон Сергеевич</i> СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ РЕМОНТА ДОРОГ	341
<i>Нестерович Любовь Юрьевна</i> ОТОПЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ	344
<i>Обламская Елизавета Владимировна, Исматов Максудджон Сайфуллаевич, Бердашкевич Александр Иванович</i> АКТИВАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ПЕСКОВ МЕСТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ	347
<i>Семерня Павел Анатольевич</i> СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ.....	350

Секция 3
ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

<i>Таркан Алина Викторовна</i> ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ ОПОР И СТРУКТУРЫ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ ОАО «БЕЛПРОМСТРОЙБАНК»	354
<i>Сергачёв Александр Александрович, Прудников Максим Константинович</i> ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ТУРНИРОВ ПО РЕШЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	356
<i>Лазаревич Артур Витальевич</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ RIEGL LMS-Z420I.....	360
<i>Наливайко Егор Юрьевич</i> СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ МОДЕЛИ КВАЗИГЕОИДА НА УЧАСТОК УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА БНТУ	361
<i>Лаппо Ян Викторович, Рогожников Илья Александрович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВЁРСТКИ LATEX ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЁТОВ ПО УЧЕБНЫМ И НАУЧНЫМ РАБОТАМ	365
<i>Безуглов Никита Сергеевич</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗГРАФКИ И НОМЕНКЛАТУРЫ В MS EXCEL.....	370
<i>Горидовец Елена Владимировна</i> ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И СЪЕМКИ С БПЛА	374

Секция 4
МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

<i>Абрамчик Дмитрий Станиславович</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГИДРОФОБНЫМ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМ СОСТАВОМ.....	377
<i>Гапеев Станислав Геннадьевич</i> КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ЕГО УСТРАНЕНИЯ.....	381

<i>Дадацкий Анатолий Сергеевич</i> ШРЕДЕРЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТКО	384
<i>Дашко А.Л.</i> СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	386
<i>Лазцкий Михаил Ол Короткевич Андрей Леонидович егович, Чечелев Илья Дмитриевич</i> О ПРИМЕНЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОЛЕЙ.....	391
<i>Игнатович Никита Сергеевич</i> ПРИВОД ПАССАЖИРСКИХ КАБИН НА СТАНЦИЯХ ПОДВЕСНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ	393
<i>Лаптанович Михаил Сергеевич</i> ПРОБЛЕМЫ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ (ТКО) ДЛЯ Г. МИНСКА.....	396
<i>Червоный Алексей Дмитриевич</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОГРУЗЧИКА АМКОДОР 332	399
<i>Чечелев Илья Дмитриевич</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА АМКОДОР 923	401

Секция 5 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

<i>Гречухина Дарья Владимировна</i> РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	404
<i>Гонцарь Дмитрий Александрович, Матвеевко Александра Сергеевна</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ГЛУБИНЕ ОРТОТРОПНОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА	407
<i>Качанов Игорь Павлович, Крамковский Михаил Александрович</i> СПЛАЙН ИНТЕРПОЛЯЦИЯ.....	411
<i>Михайлова Дарья Владимировна, Стреж Александра Витальевна</i> ЦЕПИ МАРКОВА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЁТАХ.....	415

Комаров Никита Александрович, Урбанович Антон Викторович
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 418

Шестак Дмитрий Андреевич
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛОТОИДНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ 421

Секция 6 **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОДЕЗИИ**

Дубинин Даниил Николаевич, Купчик Данила Александрович
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СУММ В
СИСТЕМЕ «GEOGEBRA» 425

Имбицкий Даниил Денисович, Сазановец Алексей Владимирович
ВОЗДУШНОЕ И МОБИЛЬНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В
ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ..... 427

Гущина Алина Дмитриевна
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ 430

Евстрат Ольга Владимировна, Циханович Диана Олеговна
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В
ГЕОДЕЗИИ..... 433

Лоза Максим, Никита Драбёнок, Никита Миронов
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ
«GEOGEBRA» ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «АНАЛИТИЧЕСКАЯ
ГЕОМЕТРИЯ НА ПЛОСКОСТИ И В ПРОСТРАНСТВЕ» 435

Купчик Данила Александрович, Саевич Матвей Игоревич
ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ В ГЕОДЕЗИИ 438

Давид Михаил Андреевич, Березовик Анна Михайловна
НАХОЖДЕНИЕ ТРЕХГРАННИКА ФРЕНЕ В СИСТЕМЕ «GEOGEBRA»
И ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХГРАННИКА В CALCPLOT3D..... 440

Наварич Дмитрий Леонидович
ОДНОСТОРОННИЕ ПОВЕРХНОСТИ..... 443

Картавенко Роман Игоревич, Хотькин Илья Александрович
ПОВЕРХНОСТИ ПОСТОЯННОЙ КРИВИЗНЫ 446

<i>Андрейчиков Владислав Владимирович, Трофимчик Илья Александрович</i> ПОСТРОЕНИЕ ЯВНЫХ, НЕЯВНЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ «CALCPLOT3D»	449
<i>Алехнович Виктория, Верещагина Светлана, Гормаш Дарья</i> ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ «GEOGEBRA»	452
<i>Евстрат Ольга Владимировна, Циханович Диана Олеговна, Серафинович Павел Андреевич, Сергиевич Илья Александрович</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ КАЛЬКУЛЯТОРА DESMOS ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ»	454
<i>Августинович Александра Александровна, Саранков Дмитрий Александрович, Тунчик Дмитрий Андреевич, Скурко Тимофей Олегович</i> РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ «WOLFRAM ALPHA»	456

Секция 1

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КАК ЛУШИЙ МЕТОД СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ СУЩЕСТВУЮЩИЕ НАСЫПИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ (МЕТОД МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ)

*Иголина Мария Сергеевна, студент 2-го курса кафедры
«Автомобильные дороги и мосты»*

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г.Пермь*

(Научный руководитель – Бартоломей И.Л., канд. техн. наук. доцент)

Каждый день мы добираемся на место работы, учёбы и т.д. Чтобы сократить время в пути, люди разрабатывают новые технологии строительства. - дороги, мосты, тоннели и т.д. Но не весь транспортный поток можно перекрывать для ремонта. Прокладка новых тоннелей способом микротоннелирования актуальна на сегодняшний день. С помощью этого метода можно построить под железнодорожными путями, автострадами, взлётно-посадочными полосами и реками. Рассматривая в условиях городской застройки, требуется быстрый монтаж и минимальные затраты.

Отметим, что тоннели являются самым сложным элементом дорожного строительства. На сегодняшний день происходит модернизация транспортного потока в мире. Чтобы повысить пропускную способность в мегаполисах появляются новые технологии в строительстве. В условиях плотной городской застройки инженерные коммуникации строят под землей и существующими насыпями.

В зависимости от городской застройки, тоннели могут сооружать с целью пресечения природно-архитектурных или особо охраняемых природных комплексов [3].

К началу 70-х годов строительные компании и организации проанализировали о непродуктивной технологии прокладки подземных искусственных сооружений открытым способом. Этот способ давал больше сложностей, связанных с огромными затратами и с социальной жизнью общества.

Технология микротоннелирования была внедрена в странах Западной Европы и США в 1985 году. В России бестраншейная технология прокладки была применена в Москве в октябре 1994 года [4].

Разработка грунта при проходке ведется рабочим органом проходческой машины. Грунт закрепляется с помощью этих бетонных или металлических колец (тюбингов). Весь процесс проходки тоннеля осуществляется из контейнера управления, который установлен на поверхности и оснащен электронной техникой [5].

Быстрый монтаж и минимум затрат – это всё в себя включает микротоннелирование. Для герметичности обделки тоннелей используются трубчатые секции.

Микротоннелирование - Непилотируемые управляемые бестраншейные технологии прокладки подземных коммуникаций путем задавливания трубопровода с помощью домкратов и расположенной впереди трубопровода управляемой дистанционно (в автоматическом режиме) проходческой машины, позволяющей одновременно с задавливанием выполнять разработку и извлечение грунта в забое и обеспечивать его пригруз [1].

Способы микротоннелирования представлены на схеме (Рис.1). Пример, как выглядит МТ с гидротранспортировкой грунта представлен на схеме (Рис.2) [2].



Рисунок 1 – Способы микротоннелирования

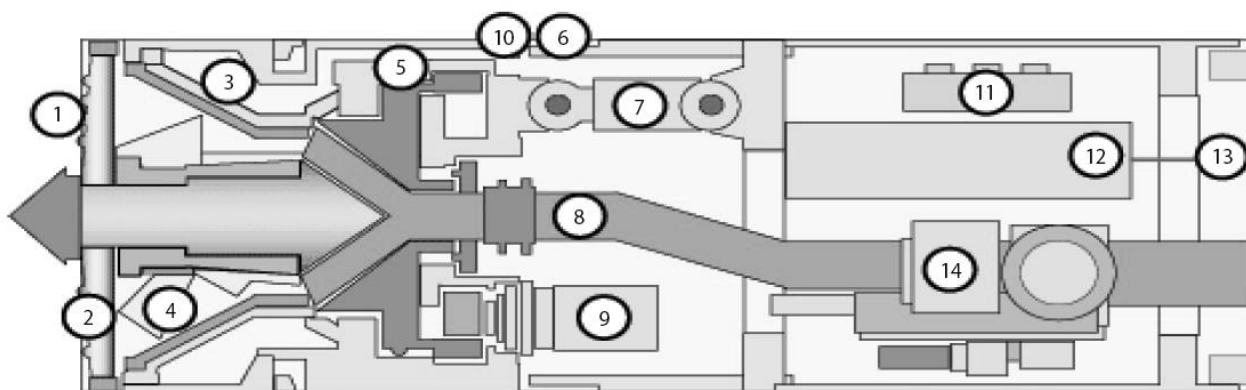


Рисунок 2 – Конструкция проходческой машины с гидротранспортировкой грунта: 1- впайки из твердых металлов; 2- рабочий орган ; 3- отверстие для подачи воды; 4- дробильное пространство; 5- главный подшипник; 6- прокладка; 7- домкрат управления; 8- транспортирующий трубопровод; 9- силовой привод; 10- питающий трубопровод; 11- вентили; 12- лазерная мишень; 13- лазерный луч; 14- байпас

Как способ бестраншейной прокладки коммуникаций, микротоннелирование позволяет снижать производственные издержки в 2,5 раза за счет значительного сокращения объемов земельных работ (требуется только пару котлованов – стартовый и приемный) и за счет исключения расходов на восстановление ландшафта. Это очень большой плюс в пользу экологической ситуации, а также минимальным значениям строительного мусора.

Прокладка коммуникаций методом микротоннелирования требует намного меньше времени, потому что проходка происходит достаточно быстро – 10~15 м. в сутки [5].

Для прокладки бестраншейным способом используются трубы: керамические, железобетонные, полимербетонные, асбестоцементные, стальные, чугунные и стеклопластиковые (Рис.3).



Рисунок 3 – Трубы для микротоннелирования

Как показывает практика, стеклопластиковые трубы – лучше по всем показателям. Они легче, долговечны (более 50 лет), морозостойки и не требуют обслуживания. Помимо того, испытание показали, что стеклопластиковые трубы выдерживают сейсмическую нагрузку, не трескаются, а только изменяют форму (Рис.4). Этот материал подходит для строительства на востоке.

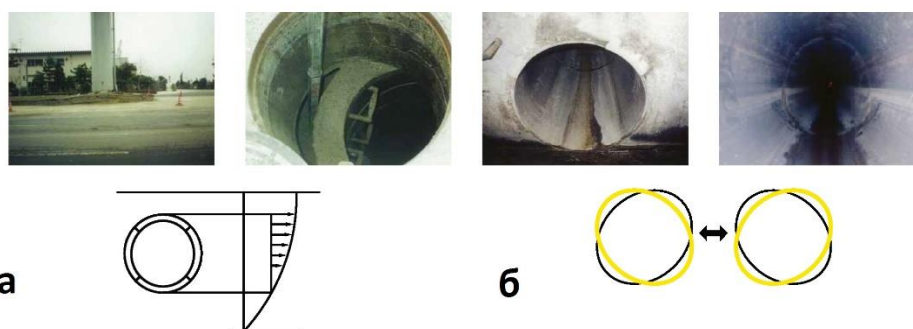


Рисунок 4 – а) железобетонная труба после землетрясения (бетон трескается); б) стеклопластиковая труба после землетрясения (изменяет форму, не трескается)

Все методы и материалы подходят для прокладки коммуникаций в условиях городской застройки.

Литература:

1. СП 249.1325800.2016 «Коммуникации подземные. Проектирование и строительство открытым и закрытым способом».
2. СТО НОРСТРОЙ 2.27.124-2013 «МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЕ»
3. Автодорожные и городские тоннели России: учебное пособие / Л.В. Маковский, В.В. Кравченко, Н.А. Сула. – М.: МАДИ, 2016. С 136.

4. Тазетдинов Г.М., Улицкий В.М., Парамонов В.Н. Проходка микротоннелей в условиях плотной городской застройки. Подземный город: геотехнология и архитектура // Тр. Междунар. конф. СПб, 1998. С. 358–363.
5. Н.Л. Корзун, А.А. Балканов. Обоснование применения микротоннелирования для прокладки инженерных сетей на урбанизированных территориях/ Известия вузов. Инвестиции. Строительство . Недвижимость №1 (6), 2014. С. 50-66

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПУТЕПРОВОДОВ И ЭСТАКАД В Г. ТАШКЕНТ

*Турсунбаев Тимурбек Авазбек угли, студент 2-го курса
Специальности 1-70 03 01 – Автомобильные дороги БНТУ
совместного факультета БНТУ-ТГТУ
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Ташкент – столица Республики Узбекистан – является одним из древнейших городов мира, а также стремительно развивающимся, занимающим по площади на сегодняшний день больше 30 тысяч гектаров. Для действенного функционирования транспортной инфраструктуры требуется ее постоянное улучшение и обновление. Таким примером может послужить городской участок для автомобильного движения протяжённостью порядка 5,6 километров в Сергелийском районе. Здесь планируется устроить шестиполосную дорогу, включающую в себя три пересечения с уже существующими дорогами в двух уровнях. По окончании строительства поездка из Сергелийского района в любую часть столицы составит около 20 минут.

Первый двухуровневый перекресток будет устроен на пересечении строящейся дороги Чопонота-Кипчак и Ташкентским МКАД. Протяженность развязки составит 620,0 м и будет представлять собой улучшенный вид ромбовидной транспортной развязки, главным плюсом такой конструкции является отсутствие левоповоротных потоков, которые бы пересекали встречное прямое направление (Рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид улучшенной ромбовидной транспортной развязки

Второй перекресток будет также пересекать МКАД, но уже для обеспечения безопасности движения планируется построить 5 путепроводов по 24,0 м каждый.

Третий перекресток проекта (эстакада над железнодорожными путями) будет соединен со строящимся путепроводом на улице Кипчак в Сергелийском районе, общей протяженностью 50 метров.

Что примечательно для данного проекта большинство из путепроводов планируется в монолитном исполнении с применением бетона марки М 750, что является новшеством для Узбекистана, в котором железобетонные искусственные сооружения представлены в виде типовых сборных конструкций.

Литература:

1. Электрон ОАВ [Electronical resource]. - Buildtech.uz:
https://buildtech.uz/ru/mediacentre/novosti.php?ELEMENT_ID=49195 -Date of
access:30.05.2021

ВОЗРАЖДЕНИЕ УНИКАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ – БАШНИ ГИПЕРБОЛОИДНОЙ СИСТЕМЫ ИМ. ШУХОВА В Г. БУХАРА

*Тухтаев Бобуржон Хайрулла угли, студент 2-го курса
специализации 1-70 03 02 01 – Мосты БНТУ
(5340600 – Дорожный инжиниринг (мосты и тоннели) (ТГТУ))
совместного факультета БНТУ-ТГТУ
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Чтить традиции для уроженцев Узбекистана – одно из основных правил жизни. Страна с богатейшей историей тщательно хранит предметы и конструкции, созданные еще в первом тысячелетии нашей эры. Уникальная «ажурная башня» (рис. 1) Владимира Григорьевича Шухова не стала исключением из традиций, сегодня этой башне насчитывается уже 94 года. В 2019 году водонапорная башня инженера Шухова начала функционировать в качестве одной из достопримечательностей архитектурного и историко-культурного заповедника, сохранившего уникальные памятники зодчества всех исторических эпох, города Бухары (рис. 2).



Рисунок 1 – Общий вид конструкций водонапорной башни в г. Бухара до восстановления



Рисунок 2 – Общий вид конструкций водонапорной башни в г. Бухара после восстановления

Водонапорная башня системы Шухова расположена по соседству с цитаделью Арк – древней цитаделью последних эмиров. В 1920 году в Бухаре началось строительство водопровода – Старо-Бухарского водоканала, в состав которого как раз и входила водонапорная башня в основе несущих конструкций которой лежит металлическая гипербалоидная конструктивная форма. Данное сооружение с деревянной обшивкой служило по назначению с 1927 года до пожара в 1975 году. Следует упомянуть, что первая башня такого типа была представлена на Нижегородской выставке в 1889 году и стала «гвоздем программы», в то самое время как на Парижской выставке была в первые представлена башня Эйфеля.

Сегодня сетчатая конструкция с взаимно пересекающимися спиралями носит название Bukhara Tower, на первом этаже которой устроено кафе, авиа- и железнодорожная кассы и инфоцентр для туристов. На втором этаже открыт ресторан, а с третьего этажа можно насладиться панорамой одного из древнейших городов Центральной Азии – Бухары.

Литература:

1. Электрон ОАВ [Electronical resource]. – Fergana.ru: <https://fergana.agency/news/106118/> – Date of access:30.05.2021

ПЕРВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ТРЕХ УРОВНЯХ В УЗБЕКИСТАНЕ

*Эшонхужаева Шахнозахон Абдуманноновна, студентка 2-го курса
специализации 1-70 03 02 01 – Мосты БНТУ
(5340600 – Дорожный инжиниринг (мосты и тоннели) (ТГТУ))
совместного факультета БНТУ-ТГТУ
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В Ташкенте открыта первая в стране трёхуровневая транспортная развязка на перекрестке Ахангаранского шоссе, улиц Паркентской, Темура Малика, Махтумкули и новой дороги в Чимган через аэропорт бизнес-авиации.



Рисунок 1 – План строительства первой городской трехуровневой транспортной развязки

Строительство развязки началось в мае 2018 года, а завершить планировалось до конца 2019 года и в итоге долгожданную развязку открыли только в середине 2020 года. Проект, оцениваемый в 140 млрд сумов, разработан АО Боштранслейиха и УП Куприккурилишлойиха.



Рисунок 2 – Общий вид въезда на нижний уровень транспортной развязки

Уникальная для страны транспортная развязка на этом перекрестке состоит из трех уровней. На нижнем уровне развязки (Паркенская-Ахангаранское шоссе) проложен шестиполосный тоннель (рис. 2) длиной 502 м, шириной 26,7 м и высотой 5,5м. Стены тоннеля украсили панно с видами Узбекистана.

Второй уровень представляет собой трёхполосный круг диаметром 329,2 м. Третий уровень – путепровод-эстакада с улицы Махтумкули на новую дорогу в Ташкентскую область протяженностью 593,0 м (рис. 3).



Рисунок 3 – Строительство верхнего уровня транспортной развязки

На фоне мирового экологического кризиса было принято установить 170 энергоберегающих опор освещения и благоустроить (озеленить) территорию в более чем 15 тысяч квадратных метров.

Новый объект сократил расстояние маршрута Ташкент-Чимган на 22 километра, тем самым облегчил жизнь многим жителям столицы.

Главной особенностью развязки является отсутствие светофоров, для бесперебойного движения транспорта. По расчётам разработчиков, с открытием развязки пропускная способность перекрестка выросла с прежних 7000-8000 автомобилей до более 20 тысяч в час.

Литература:

1. Электрон ОАВ [Electronical resource]. - Газета.uz: <https://www.gazeta.uz/ru/2020/03/14/three-level-bridge/> –Date of access:28.04.2021

САМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ТОННЕЛИ МЕГАПОЛИСОВ МИРА

*Андреевич Дмитрий Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Тоннель Сэйкан. Япония

История строительства этого тоннеля (Рисунок 1), к сожалению, связана с множеством трагедий, произошедших в месте между островами Хонсю и Хоккайдо в Сангарском проливе в 1954 году. В следствии шторма было затоплено 5 паромов, в следствии чего государством было принято решение строительства на тот момент самого длинного железнодорожного тоннеля, протяженностью 54 километра. Его строительство началось в 1964 году, а тоннель вошел в эксплуатацию уже в 1988 году. На сегодняшний день этот тоннель не пользуется особой популярностью среди граждан, однако активно используется самим государством для грузоперевозок.



Рисунок 1 – Въезд в тоннель Сэйкан

Строительство данного тоннеля было сложным процессом, как с проектной точки зрения, так и в процессе работ по его возведению. Помимо того, что данный тоннель находился под толщей воды и грунта (Рисунок 2), его постройка была осложнена вулканическими породами, из-за чего не было возможности применить современную на тот момент строительную технику, и было принято решение использовать динамит. Известно, что количество взрывчатки составило около 3000 тонн. Также во время строительства проблемой стала вода, которая на огромной скорости прорвалась в тоннель, и на устранение которой ушло 2 месяца.

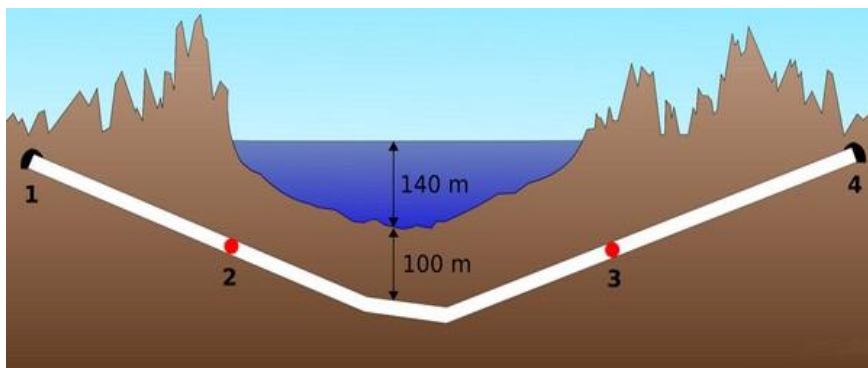


Рисунок 2 – Схема прохода тоннеля Сэйкан

Эресуннский мост. Дания, Швеция

Данный мост стал связующим звеном между Данией и Швецией. Строительство, начавшееся в 1995 году (Рисунок 3), так же не обошлось без происшествий: когда строители стали забивать сваи, они обнаружили неразорвавшиеся снаряды, но несмотря на это мост был закончен раньше срока и был сдан в эксплуатацию уже 14 августа 1999 года.



Рисунок 3 – Строительство Эресуннского моста

Интересной особенностью моста, является его переход в тоннель. Такое проектировочное решение было связано с тем, что со стороны Дании находится аэропорт, и строительство столь высокого моста мешало бы авиасообщению, а строительство низкого моста – судоходству. В связи с чем было принято решение провести соединяющую часть уже под водами пролива. Для строительства тоннеля был возведен искусственный остров (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Искусственный остров построенный для Эресуннского моста

Эресуннский мост стал символом объединения Швеции с материковой Европой.

Литература:

1. Информационный портал комплекса градостроительной политики и строительства Москвы. Мировая уникальная архитектура [Электронный ресурс] — Режим доступа:<https://stroimsk.ru/unikalnaya-arhitektura/mir/seikan-samyi-dlinnyi-zhelielznodorozhnyi-tonnel-pod-morskim-dnom> — Дата доступа: 02.06.2020
2. Информационный портал Яндекс.Дзен. Эресуннский мост [Электронный ресурс] — Режим доступа:<https://zen.yandex.ru/media/topcafe/eresunnskii-most-foto-fakty-5d0b69c3b34feb00af5dd82d> — Дата доступа: 02.06.2020

УХАНЬСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОСТ

*Атрошенко Павел Алексеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

В Уханьской оптической долине самая высокая концентрация университетов и исследовательских институтов в Китае. Это родина китайского оптического волокна. Пересечение центрального экологического района и главной линии метро под названием «Golden Corner». Здесь можно начать свое путешествие в экологический парк или посетить приедет Долину Оптики (Optics Valley). Функциональность и форма Eco Bridge в Optics Valley выходят за рамки простых решений. Преодолев огромные пролеты на этом главном перекрестке транспортных коммуникаций, спроектирован поразительный 800 метровый эллиптический мост, который объединяет окружающий ландшафт и предлагает незабываемые впечатления от ходьбы.



Рисунок 1 – Уханьский эллиптический мост

Эллиптический мост удобно соединяет все выходы из метро и объединяет четыре парковые зоны, также оборудован велосипедной и пешеходной дорожками. Плавающий мост и навес вместе со стальной конструкцией на тросах

создают хорошо заметный, но легкий ориентир. Ночью мост оживает как настоящая «полярная звезда», напоминая о ведущей роли Уханьской оптической долины в технологических инновациях Китая.

Литература:

1. Сайт MLAPLUS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mlaplus.com/portfolio/wuhan_bridge/ .– Дата доступа: 29.04.2021.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА KJERKNESVAEN И STRAUMEN (НОРВЕГИЯ)

*Белобокий Андрей Евгеньевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель в районе города Kjerknesvaen и Straumen (Норвегия). Подземное сооружение способствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 7 км с двумя углами поворота радиусом 1000 и 2000 метров соответственно. Максимальный уклон проезжей части не превышает 15‰ (Рис. 2).

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5).

Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения двух жилых пятиэтажных здания и шестиэтажного торгово-развлекательного комплекса с бассейном на верхнем этаже, под наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали расположен подземный паркинг. Часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри какие-либо объекты (фуд-корт, логистический центр, и т.д.).

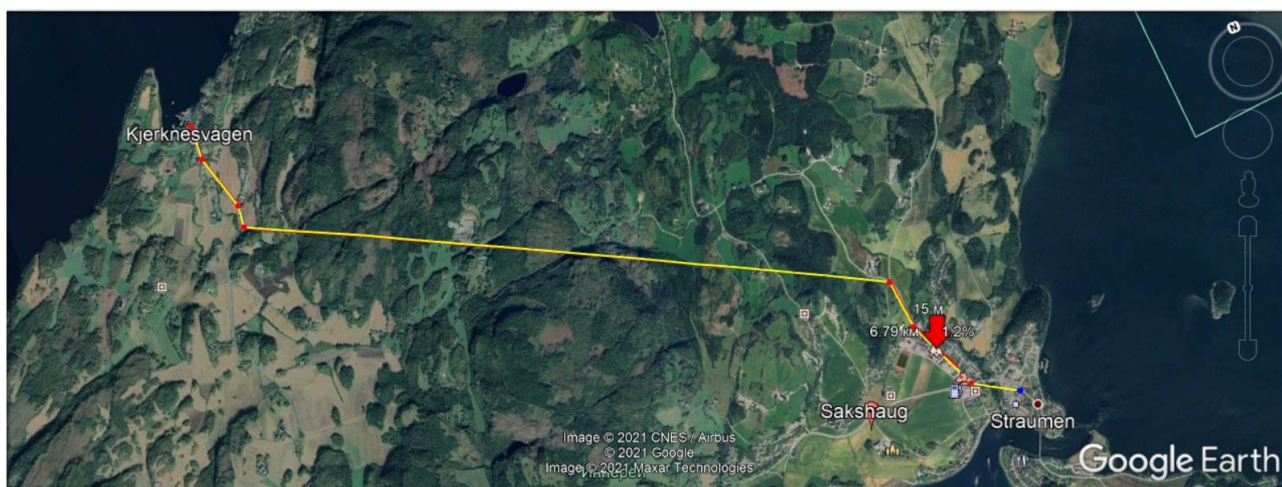


Рисунок 1 – План трассы

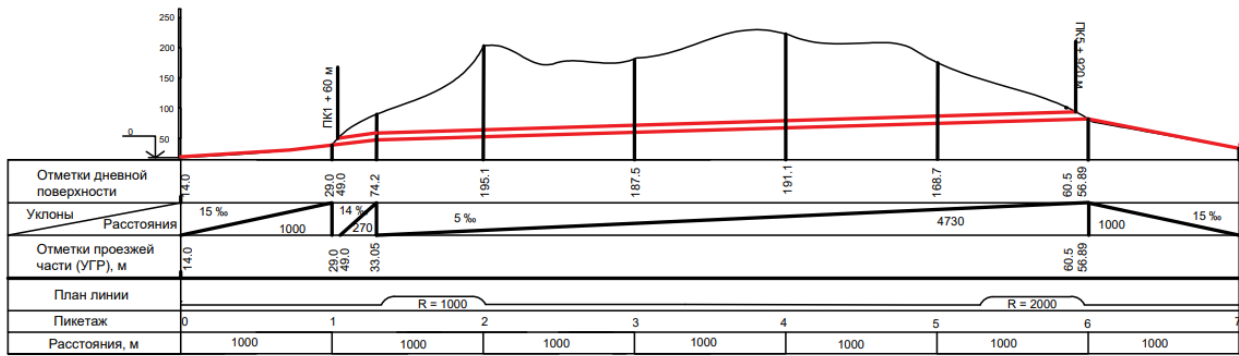


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

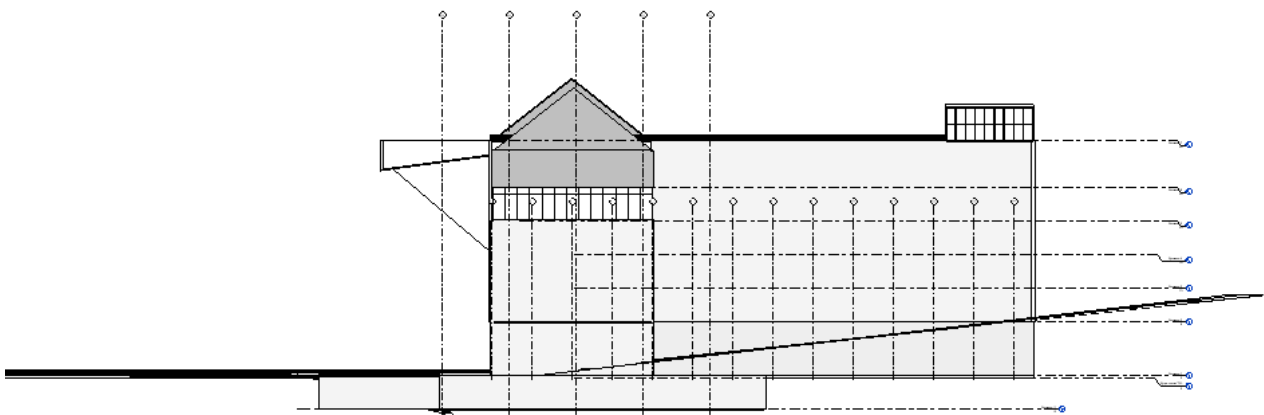


Рисунок 3 – Восточный фасад

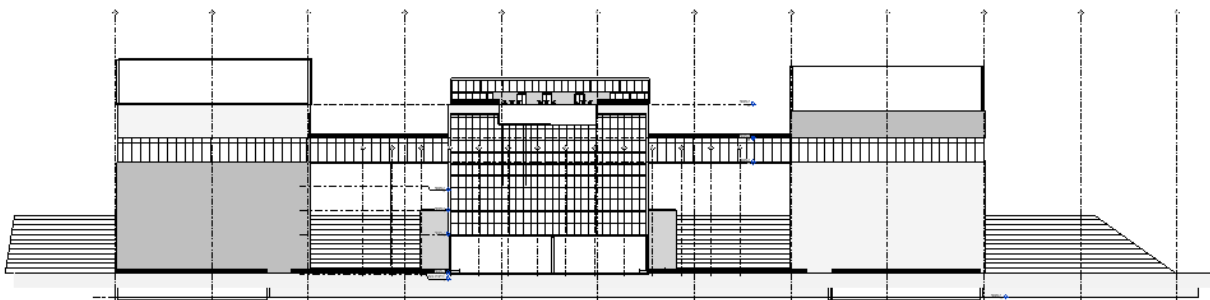


Рисунок 4 – Южный фасад

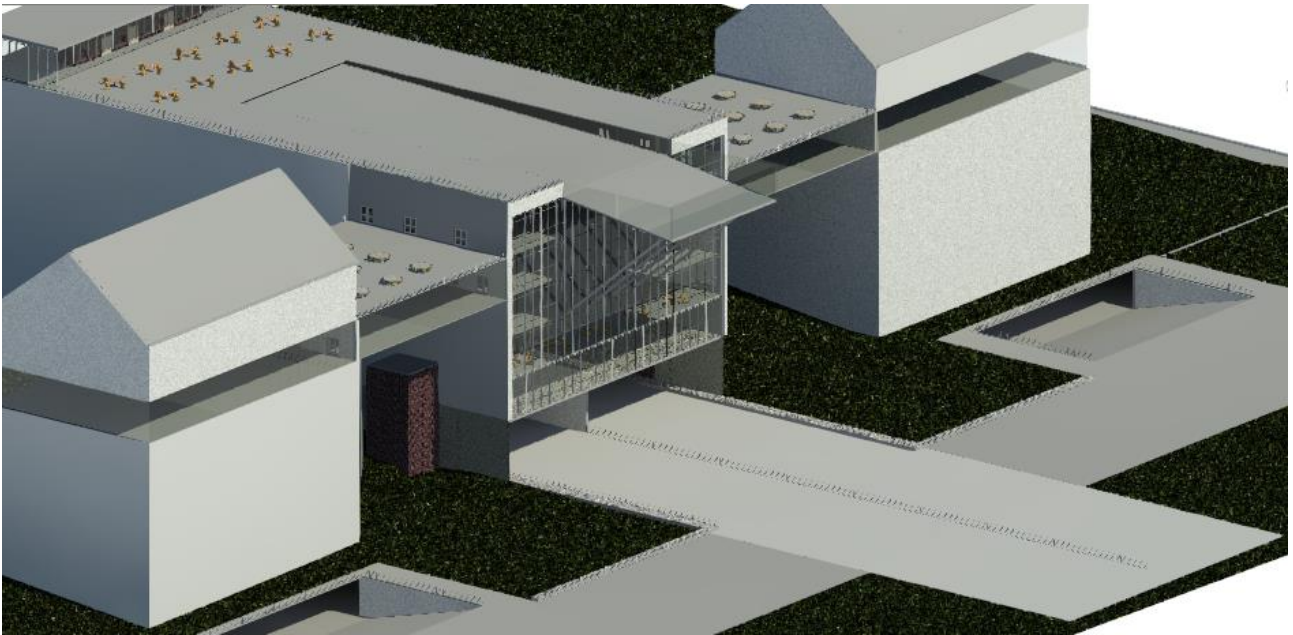


Рисунок 5 – Общий вид портала

Виртуальная и дополненная реальность

Виртуальная или дополнительная реальность, две новейшие технологии, которые архитекторы и строительные компании используют, привлечь новых клиентов.

Виртуальная реальность (VR), наряду с дополненной реальностью (AR), смешанной реальностью и 360-градусными камерами медленно выходят за пределы рынка зданий, поскольку они позволяют пользователям в цифровом виде испытать пространство перед его преобразованием—экономя всем и время, и деньги.

С помощью этой технологии:

- 1) проверяют жизнеспособные новые конструкции;
- 2) отслеживают прогресс;
- 3) выявляют проблемы на ранних этапах стройки;
- 4) практический инструмент в полевых работах для изучения сложных конструкций.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ЗИГРИСВИЛЬ И БЕАТЕНБЕРГ (ШВЕЙЦАРИЯ)

*Бородич Кирилл Дмитриевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель между городами Sigriswil и Beatenberg (Швейцария). Подземное сооружение обеспечит наиболее быстрое и удобное передвижения по данному маршруту, привлечению большего числа денежных средств в регион, благодаря многофункциональному комплексу со стороны города Beatenberg.



Рисунок 1 – Генеральный план

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 29.5 км с двумя углами поворота радиусом 1000 и 2000 метров соответственно. Максимальный уклон проезжей части не превышает 15‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автотранспортного транспорта в тоннеле должна составлять 90-110 км/ч.

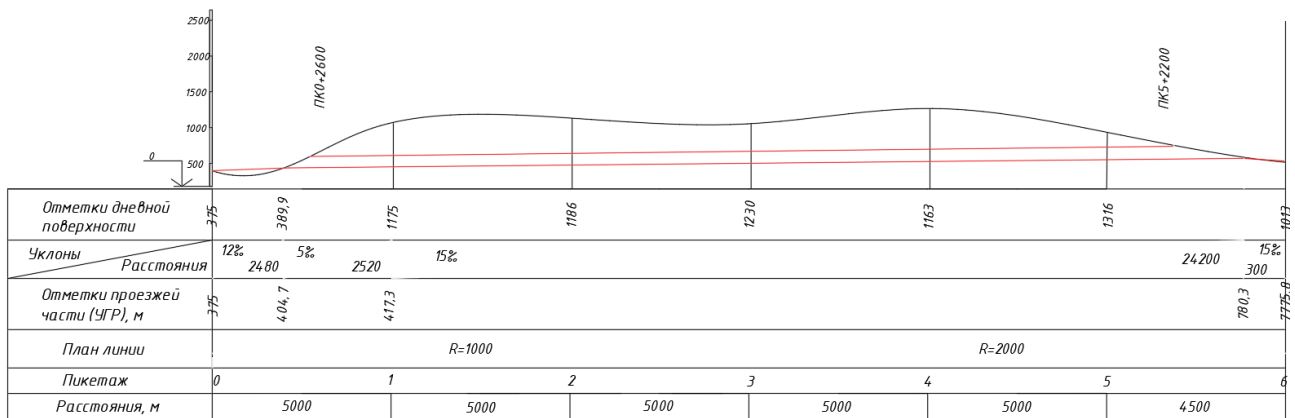


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Многофункциональный комплекс представляет собой в первую очередь - железнодорожный портал, с элементами внедрения в него многоуровневого паркинга, помещения для проведения культурно-массовых мероприятий, фудкорт/ресторан, офисных помещений, технических помещений а также эко-зоны со смотровой площадкой.



Рисунок 3 – Общий вид



Рисунок 4 – Южный фасад

В процессе строительства, а также во время эксплуатации данного сооружения применялась технология BIM.

BIM-технологии помогают сократить:

- А) материальные затраты;
- Б) ошибки в проектах;
- В) сроки выполнения.

Благодаря BIM, созданная 3D модель объекта позволяет специалистам:

- 1) увидеть все проблемы и нестыковки;
- 2) утвердить предполагаемые преимущества объекта;
- 3) возможность пользоваться моделью всем участникам проекта;
- 4) вносить корректировки;
- 5) рассчитывать смету;
- 6) контролировать процесс работ;
- 7) предотвращать риски будущей конструкции;
- 8) рассчитать ресурсы.
- 9) осуществлять мониторинг напряженно-деформированных состояний конструкций

СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ И ПОДЗЕМНО-НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ТУМАНом ВРОКК В ПЕНДЖИКЕНТСКОМ РАЙОНЕ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ ТАДЖИКИСТАН

*Буянов Тимофей Олегович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Возведение зданий и сооружений, а также их демонтаж относится к видам строительных работ, потребность в которых с каждым годом растет. В то же время, в современных условиях растущего загрязнения атмосферы, вопрос грамотного применения средств техники обеспыливания воздуха приобретает особое значение. Данная проблема будет также являться актуальной и при строительстве запроектированного мною тоннеля и многофункционального подземно-наземного комплекса, расположенного в горной местности вблизи поселка Работ в Пенджикентском районе Согдийской области Таджикистана.

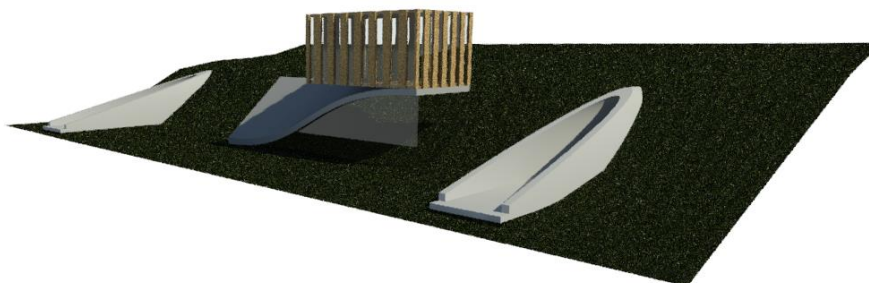


Рисунок 1 – Подземно-наземный комплекс

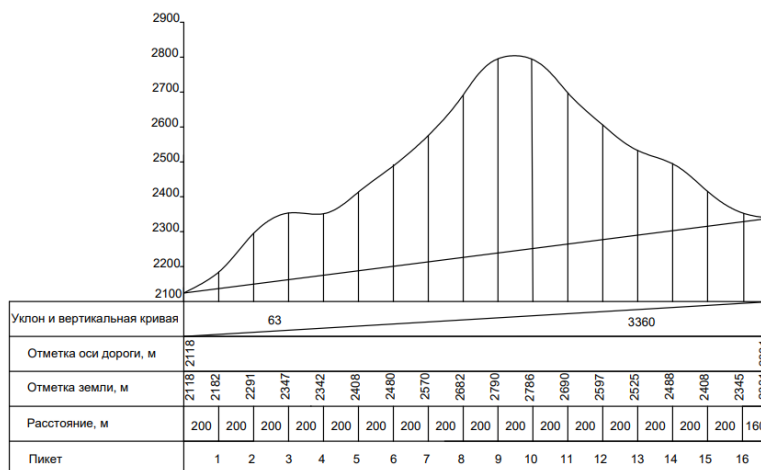


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

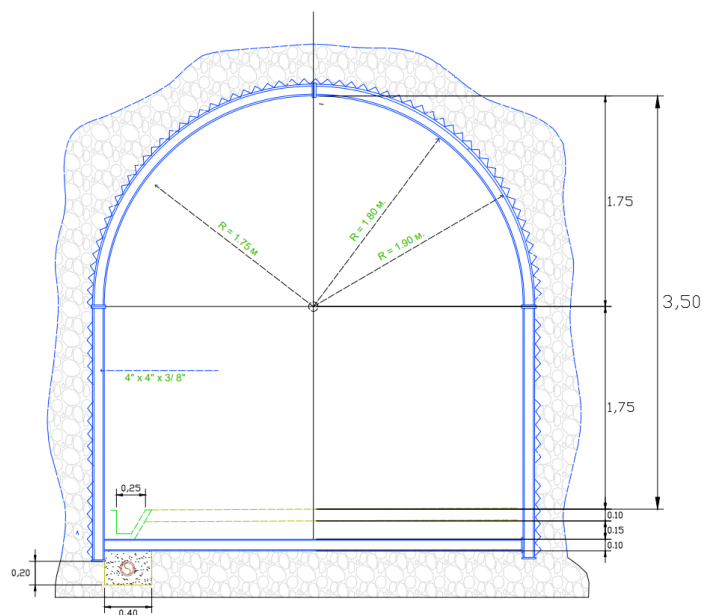


Рисунок 3 – Портал тоннеля

Строительная пыль – это широкий диапазон мелких частиц размером от 10 до 0,01 микрона в воздухе, которые образуются при обработке материалов и специальных работах на строительных площадках. Эта пыль может исходить из множества источников, таких как, бетон, дерево, камень и др. В строительстве производственная пыль образуется в результате дробления камня, различных видов бурения, разгрузке сыпучих материалов.

Решение вопроса я вижу в разработке компании Brokk, которая занимается производством дистанционно управляемых роботов для возведения и сноса зданий, в основу которых была включена функция распыления водяного тумана. Система пылеподавления Brokk создает туман, который эффективно связывает частицы пыли в воздухе, а также обеспечивает подавление пыли с уровня земли.

К основному преимуществу можно отнести тот факт, что туман рассеивается, а не образует лужи, как в случае обильного полива рабочих поверхностей, что обеспечивает более безопасную и чистую строительную площадку.

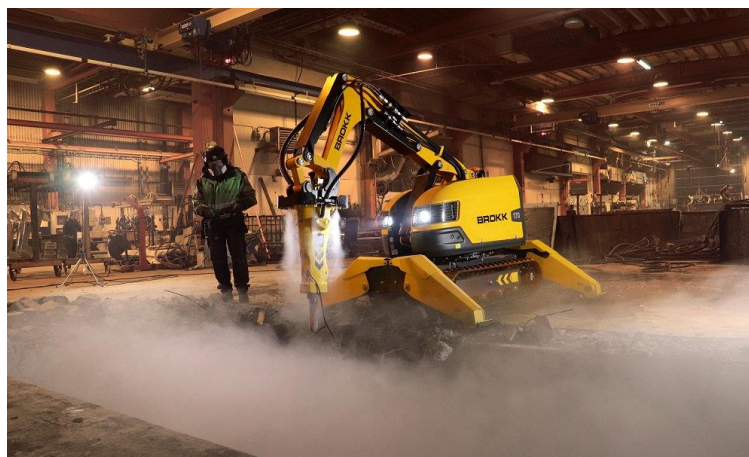


Рисунок 4 – Робот с системой пылеподавления Brokk

Серьезную опасность для здоровья рабочих представляет кремнеземная пыль. Некоторые подрядчики предпочитают использовать распылительные системы, шланги, спринклеры для борьбы с ней. Однако эти меры часто недостаточно эффективны. Проблема связана с размером капель воды, которые намного больше, чем сама пыль. Размер частиц диоксида кремния составляет от 0,1 до 1000 микрон, в то время как размер капель от 200 до 1000 микрон.

Таким образом система распыления водяного тумана не только обеспечивает превосходное пылеподавление, но и требует меньшее количество воды – всего 0,2 литра в минуту, что делает ее значительно более экономичной и экологически чистой, чем большинство других методов распыления.

Литература:

1. «Пылеподавление на производственных и строительных площадках» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://akvatehno.com/pylepodavlenie>. – Дата доступа 17.04.2021;
2. «Brokk Introduces Atomized Water Mist Dust Suppression System» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tunnelingonline.com/brokk-introduces-atomized-water-mist-dust-suppression-system>. – Дата доступа 18.04.2021.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА МОНТЕСАРЧИО (ИТАЛИЯ)

*Васюкевич Никита Юрьевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для упрощения транспортного пути в районе города Монтесарчио (Италия) был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис. 1). Новая подземная транспортная траншея приведет к привлечению большего числа туристов в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

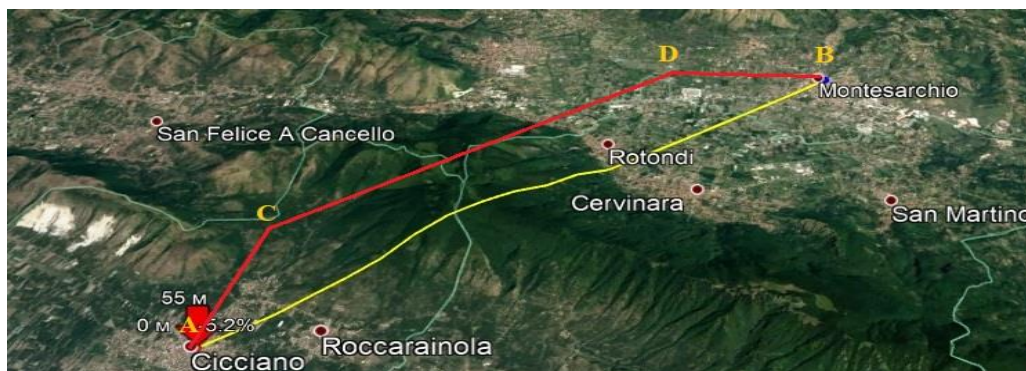


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 18 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 15‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч.

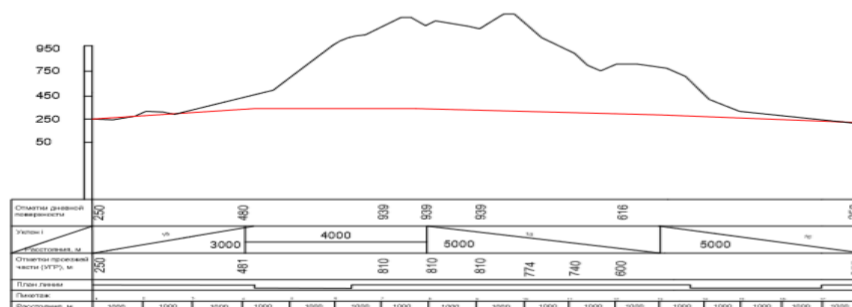


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведение здания, совмещенного с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для безопасного функционирования подземной магистрали оборудования и службы.

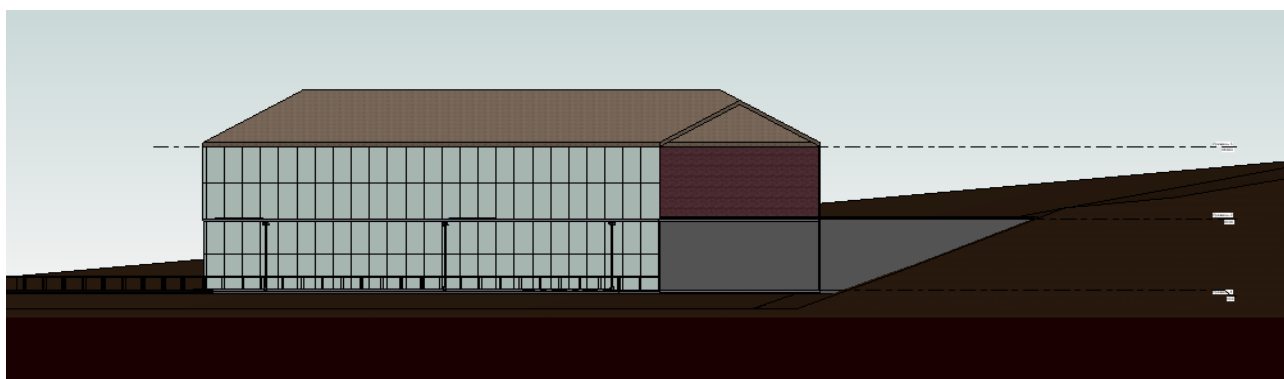


Рисунок 3 – Восточный фасад

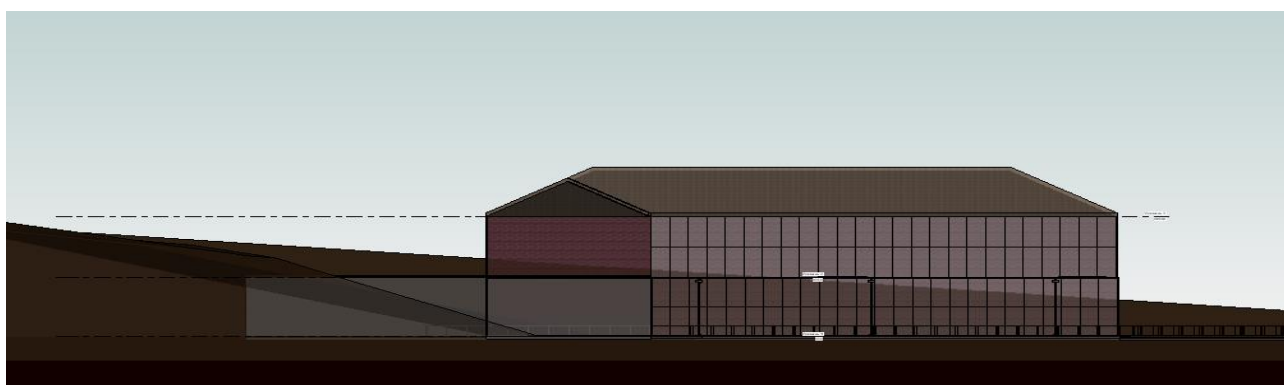


Рисунок 4 – Западный фасад

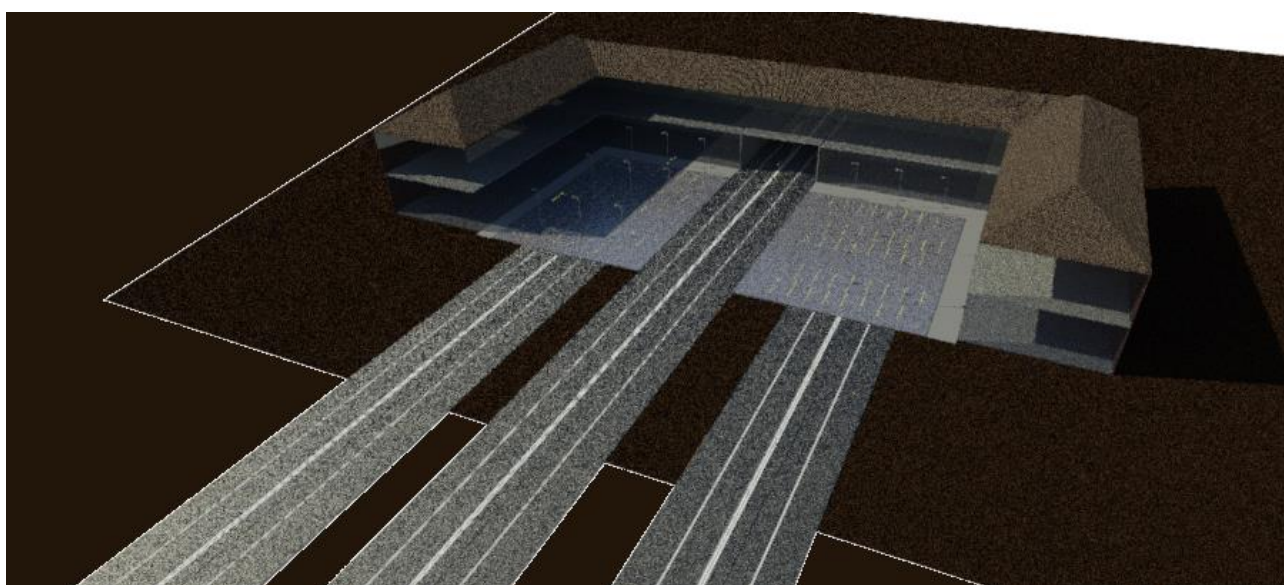


Рисунок 5 – Общий вид портала

Прходческие щиты с помощью которых строятся и пробиваются туннели, становятся все более мощными и высокотехнологичными. К примеру самый большой щит достиг 17,6 м , а изготовлен был для строительства красивейшего тоннеля в Гонконге. Темпы их работы увеличиваются, так как существует большой спрос на строительство обширного количества подземной инфраструктуры. Первый проходческий щит был немеханизированный, а сконструирован был в 1818! Подумать только, прошло более двухста лет. В качестве материала резцов использовался вольфрамовый сплав который отличается своей жаропрочностью, кислотостойкостью, твердостью и устойчивостью к истиранию. Из данного сплава изготавливают не только резцы для вышеупомянутых щитов, но и хирургические инструменты, танковую броню, оболочки торпед и снарядов, наиболее важные детали самолетов и двигателей... со специальным полимерным покрытием. Такие резцы, в отличие от традиционных, реже перетираются даже при работе с твердыми породами. Несколько американских компаний потратили пару лет на разработку материала для этих резаков и потратили десятки миллионов долларов. Однако на данный момент срок работы автоматизированных проходческих комбайнов значительно увеличился. Это наглядно демонстрируется при строительстве горных тоннелей. В последнее время такие переходы массово строят в Альпах. Один из последних туннелей - под перевалом Сен-Готард, был проложен по описанной технологии.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ШИРЕНГ И ЛА МЮРЕТТ (ФРАНЦИЯ)

*Воронюк Дмитрий Павлович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель в районе города Ширенг и Ла Мюретт (Франция). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

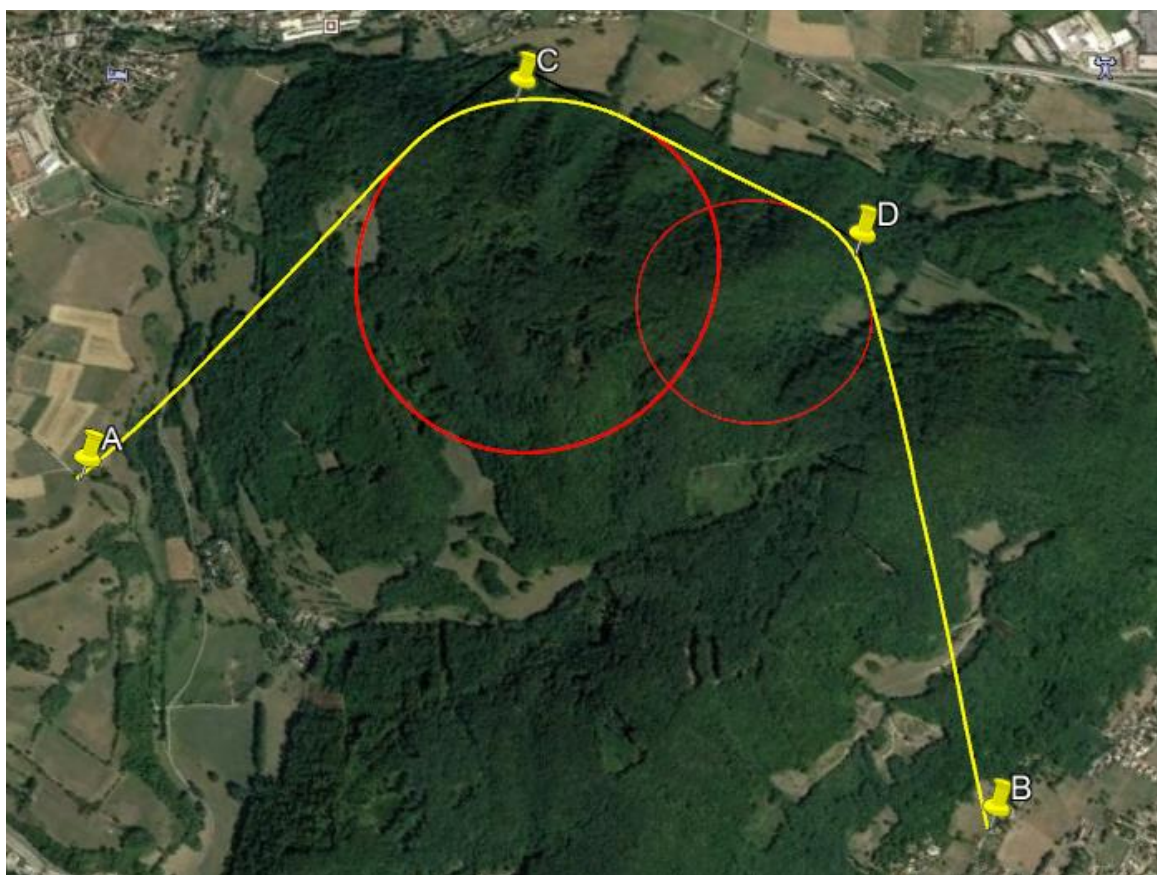


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 4 км с двумя углами поворота радиусом 480 и 300 метров соответственно. Максимальный уклон проезжей части не превышает 18‰ (Рис. 2). Расчетная

скорость движения автодорожного транспорта в тоннеле должна составлять 80-100 км/ч.

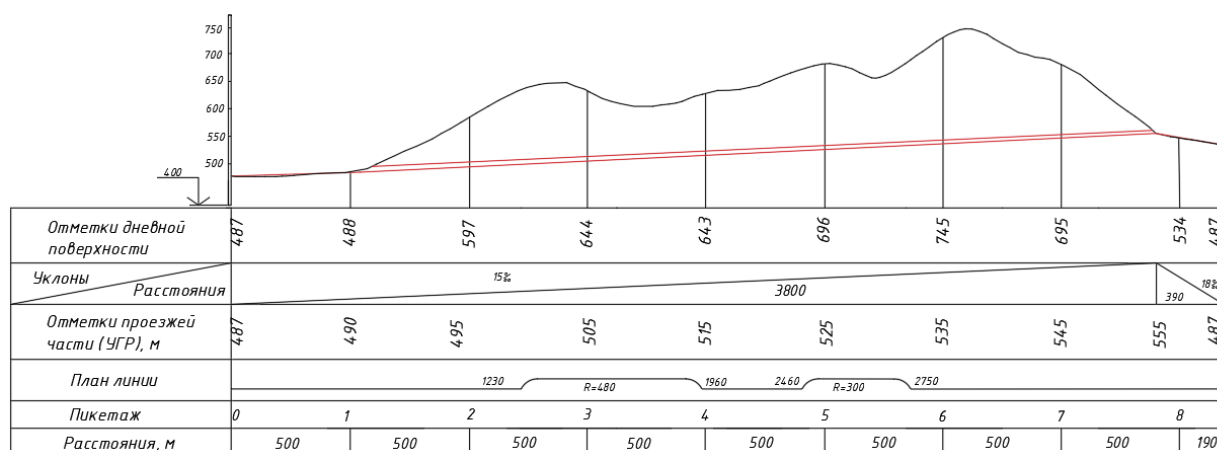


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Многофункциональный комплекс представляет собой в первую очередь - автодорожный портал, с элементами внедрения в него многоуровневого паркинга, помещения для проведения культурно-массовых мероприятий, фудкорт/ресторан, офисных помещений, технических помещений, а также эко-зоны со смотровой площадкой.

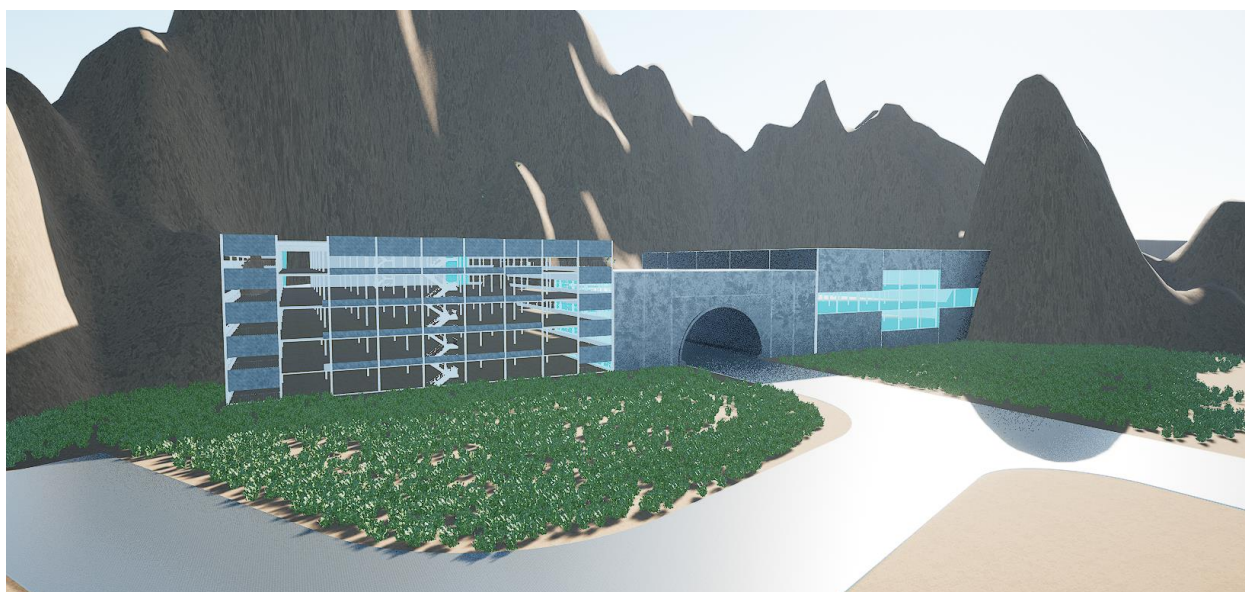


Рисунок 3 – Общий вид многофункционального дорожного комплекса

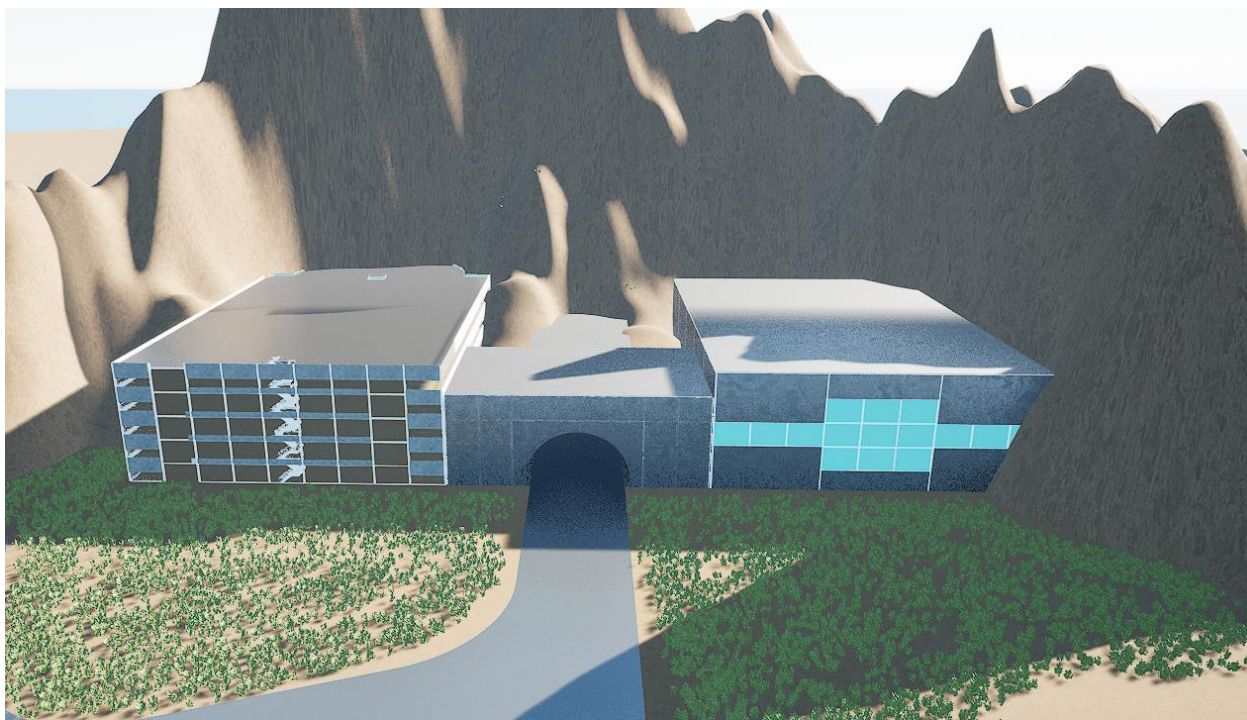


Рисунок 4 – Южный фасад многофункционального дорожного комплекса

Токопроводящий бетон

Стандартным наполнителем бетона стал магнетит - минерал природного происхождения, обладающий прекрасными ферромагнитными свойствами. Также присутствуют соединения металлов и углерода. Изначально материал был разработан для взлетно-посадочных полос, но может использоваться и в жилых помещениях. Может наноситься распылением. Даже в самых плохих погодных условиях термоасфальт растопит ледяную корку без использования каких-либо реагентов. Данная инновация использовалась при строительстве многофункционального дорожного комплекса.

СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ, СОЕДИНЯЮЩЕГО MALAGUILLA И ROBLEDILLO DE MOHERNANDO В ИСПАНИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

*Головач Анастасия Дмитриевна, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются одной из новейших технологий в строительной отрасли. Строители используют дроны для сбора данных о проектах в реальном времени и понимания того, что происходит на месте. Преимуществами их использования в строительстве являются: дистанционное управление, способность менять точки обзора, при мониторинге не нарушают технологические процессы на площадке. Применение БПЛА в строительстве запроектированного мною тоннеля в Испании поможет сэкономить временные и финансовые затраты.

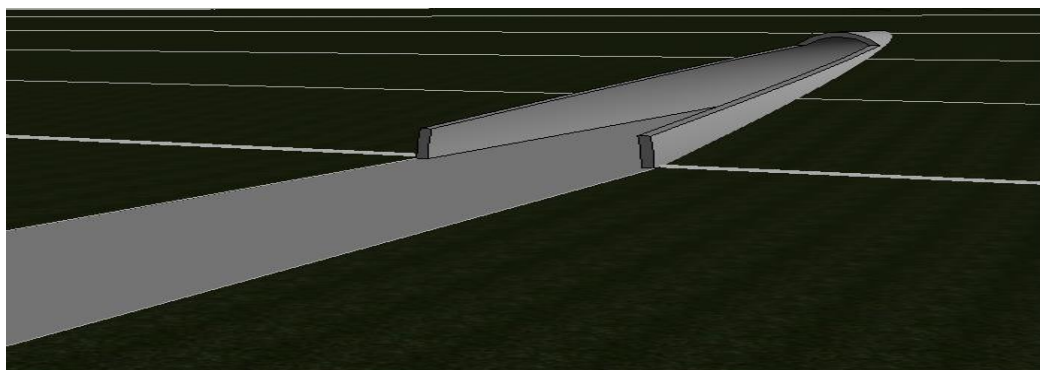


Рисунок 1 – Вид тоннеля

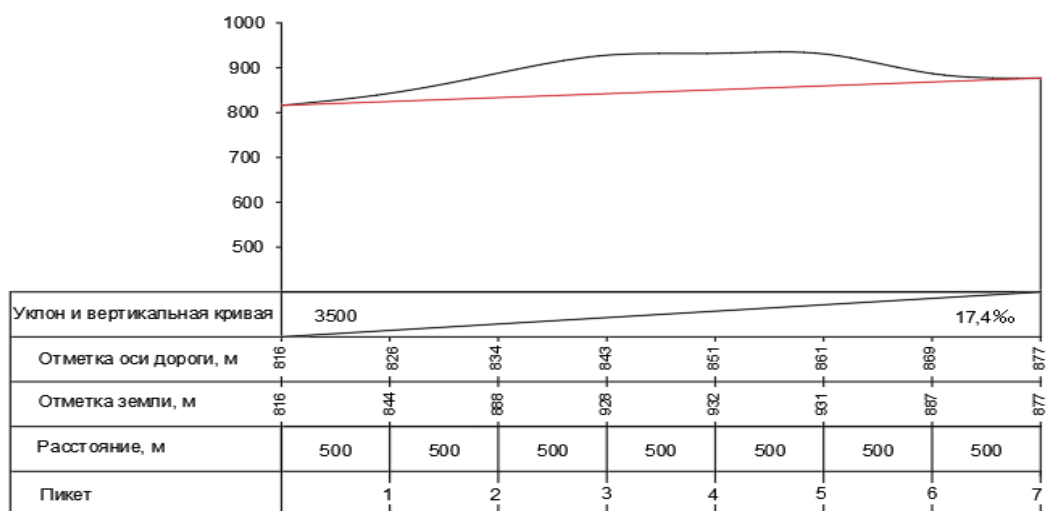


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля



Рисунок 3 – Вид с высоты птичьего полёта

Вместо изображений со спутника для разработки генплана территории будем использовать дрон. Специальное программное обеспечение позволяет быстро сравнивать полученную информацию с проектными данными и импортировать их в проект. А на основании точных сведений о рельефах местности определим пятна застройки.

Аэрофотосъёмка улучшает отслеживание прогресса и помогает выявлять проблемы на раннем этапе – до того, как они станут дорогостоящими или добавят лишние недели к графику проекта.

Но отслеживание прогресса – далеко не единственный способ использования дронов в строительстве. Тратя менее часа в неделю на составление карты рабочего места, мы получаем доступ к беспрецедентному объёму знаний почти обо всех аспектах своего проекта.

Дроны не только улучшают общение и помогают отслеживать выполнение проектов. Они также повышают безопасность, экономят время и ресурсы, ускоряют съёмку и обеспечивают точные измерения.

Литература:

1. «www.slysky.ru» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://slysky.ru/blog/building-dron.html> – Дата доступа 25.04.2021.

КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА

Гомолко Андрей Феодосьевич, студент 2-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Бондаренко С.Н., доцент, канд. хим. наук)

В связи с растущими требованиями к качеству, долговечности и стоимости бетонных конструкций, на рынке материалов появились арматуры, состоящие из: базальтовых, стеклопластиковых, углепластиковых, арамидных, полимерных и других волокон.

Область применения стеклопластика обширна, применяется в мостостроении, в дорожном строительстве применяется для сооружения насыпей, устройства покрытий, для элементов дорог, которые подвергаются агрессивному воздействию противогололёдных реагентов, для железнодорожных переездов. Также применяется для укрепления откосов дорог, в строительстве мостов для проезжей части, пролётных строений, опор, для берегоукрепления, в виде сеток в основание асфальта. Применению арматуры способствует появление нормативных документов, к примеру, СТБ 1103-98.

Преимущество композитной арматуры в частности из стеклопластика перед металлической не раз доказано. Одним из преимуществ является то, что изготавливаться такой материал может из вторичного сырья, типа битого стекла, что приносит большую пользу экологии и увеличивает область применения твердых бытовых отходов. Следующим плюсом стеклопластиковой арматуры является использование стекловолокна, которое в свою очередь получается из расплава стекла специального химического состава. В свою очередь стекловолокно выпускают путем экструзии, производимое путем продавливания расплава через прядильные фильеры. Исходный продукт, как и в других областях производства химических волокон получается в виде бесконечных элементарных волокон (филаментов), из которых далее в процессе переработки формируются или комплексные нити (диаметр филаментов 3—100 мкм). Кроме того, даже отходы от производства стекловолокна могут подвергаться переработке.

Другие достоинства стеклопластиковой арматуры:

1. Композитная арматура имеет меньший вес в сравнении с металлической, поэтому ее легче транспортировать. Кроме того, использование стеклопластиковой арматуры позволяет значительно снизить нагрузку на

фундамент будущей конструкции и вес самой конструкции, которая армируется с ее помощью.

2. Устойчива к коррозии и частым температурным перепадам (Рис. 1), также воздействию агрессивной внешней среды.

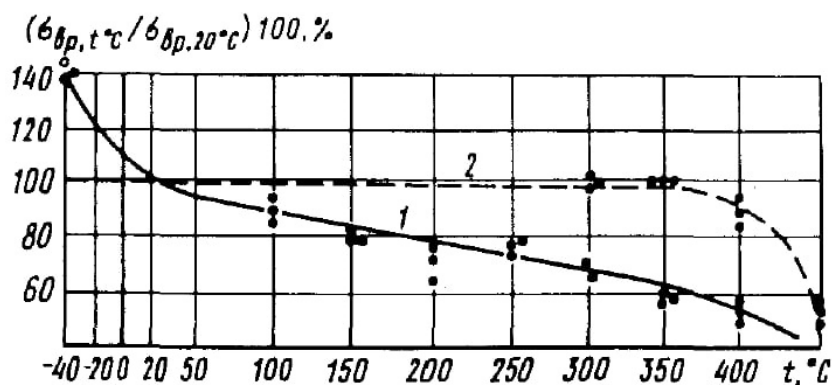


Рисунок 1 – Зависимость прочности стеклопластиковой арматуры от температуры
1 – при воздействии температуры;
2 – после прогрева либо охлаждения (испытания при 200 С)

3. Из расчета равной замены: композитная арматура будет дешевле аналогов. К экономичности можно также добавить то, что стеклопластиковую арматуру можно выпускать в бухтах, вследствие чего уменьшается ее расход, а также удешевляются логистические затраты по доставке.

4. Имеет высокую прочность при сжатии.

5. Из-за неметаллического происхождения, композитные материалы имеют больший срок службы ввиду противостояния разрушающему воздействию среды. По минимальным расчетам – 80 лет.

6. Не проводит электрический ток и не является помехой для радиоволн.

7. Прост в вязке для арматурной сетки, так как композитную арматуру вяжут проволокой или крепят пластиковыми фиксаторами и стяжками.

8. Возможность добавления стеклянного волокна в бетонную смесь в виде фибры для улучшения качества бетона. При введении фибры заметно увеличивается эластичность, удар прочность, сопротивление при сжатии и трении.

9. Экологически чистый материал. Не наносит ущерб окружающей среде, не токсичен при разложении. Не абсорбирует на себе радиоактивные вещества.

Композитная арматура также имеет и негативные качества в виде низкой теплоемкости. У готовой арматуры отсутствует площадка текучести в отличие от металлической поэтому при растяжении такая арматура ставится хрупкой. При нарезке на строительной площадке бухт образуется пыль, которая состоит из множества тончайших стекловолоконных игл, которые могут остаться у

рабочего не имеющего средства индивидуальной защиты, и такая пыль может оставить стеклянные занозы, повреждать органы зрения и дыхательные пути.

Хоть и стоимость композитных материалов выше, чем стандартной стальной арматуры, и она, по сути, сопоставима со стальной арматурой, имеющей эпоксидное покрытие, но из-за своей долговечности такая арматура в конструкции будет использоваться дольше и возможно усиление конструкции при растущих нагрузках. Приведем сравнение между металлической и композитной арматурами (Рис. 2).

Характеристики	Металлическая арматура	Композитная арматура
Материал	Сталь 35гс, 25гсС и др.	АНК-СП Стеклые волокна диаметром 13-16 микрон, связанные полимером
Временное сопротивление при растяжении	360 МПа	1200 Мпа
Модуль упругости	200 000 Мпа	55 0000 МПа
Относительное удлинение	25%	2,20%
Характер поведения под нагрузкой (зависимость «напряжение-деформация»)	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой до разрушения
Плотность	7 т/м ³	1,9 т/м ³
Коррозийная стойкость к агрессивным средам	Корродирует с выделением продуктов ржавчины	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости, в т.ч. к щелочной среде бетона
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна
Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводна - диэлектрик
Выпускаемые профили	июн.80	апр.18
Длина	6-12м	Любая длина
Экологичность	Экологична	Не выделяет вредных и токсических веществ
Долговечность	По строительным нормам	Не менее 80 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам	6А-III 8А-III 12А-III 14F-III 16А-III	АНК-СП4, АНК-СП 6, АНК-СП 8, АНК-СП 10, АНК-СП 12
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25 т/м ²	При использовании 8А-III размер ячейки 14х14см, Вес 5,5 кг/м ²	При использовании АНК-СП8 размер ячейки 23х23см. Вес 0,61 кг/м ² . Уменьшение веса в 9 раз
Области применения	По строительным нормам	Применение по рекомендациям

Рисунок 2 – Сравнение стальной и композитной арматуры

В Республике Беларусь стекловолокно выпускает ОАО «Полоцк-Стекловолокно», а также имеется готовая композитная арматура от российских производителей. В виду достоинств применение композитных армирующих конструкций неизбежно будет вытеснять металлическую арматуру особенно в областях мостостроения и гидротехнического строительства.

СТАНЦИИ МЕТРО БЕЗ ВОДИТЕЛЯ В ДОХИ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

В 2019 было завершено строительство одной из самых современных и быстрых систем метро без водителя в мире – интегрированной в Катарскую железную дорогу в Дохе. Метро перевозит пассажиров через столицу Катара через 37 станций, разделенных на три линии, достигая скорости до 100 км/ч. После завершения первой, второй и третьей линий метро – красной, зеленой и золотой – жители Дохи, ранее полагавшиеся в основном на автомобили, теперь имеют доступ к эффективным и надежным услугам общественного транспорта, которые со временем будут расти.

Чтобы создать единообразную идентичность во всех масштабах, от отдельных станций до всей сети и стимулировать привычки общественного транспорта, UNStudio использовала принципы городского дизайна и превратила станции в привлекательные общественные пространства, основанные на традиционной архитектуре и культуре Катара. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Экстерьер одной из станций Дохи

Концепция всех станций в новой сети метро Дохи основана на обширном наборе рекомендаций по проектированию, архитектурных деталях и материалах.

Для проекта был составлен обширный каталог архитектурных элементов «брендинга». Он представляет собой новую гибкую систему проектирования, которая адаптируется к скалярным задачам, возникающим в городской сети.

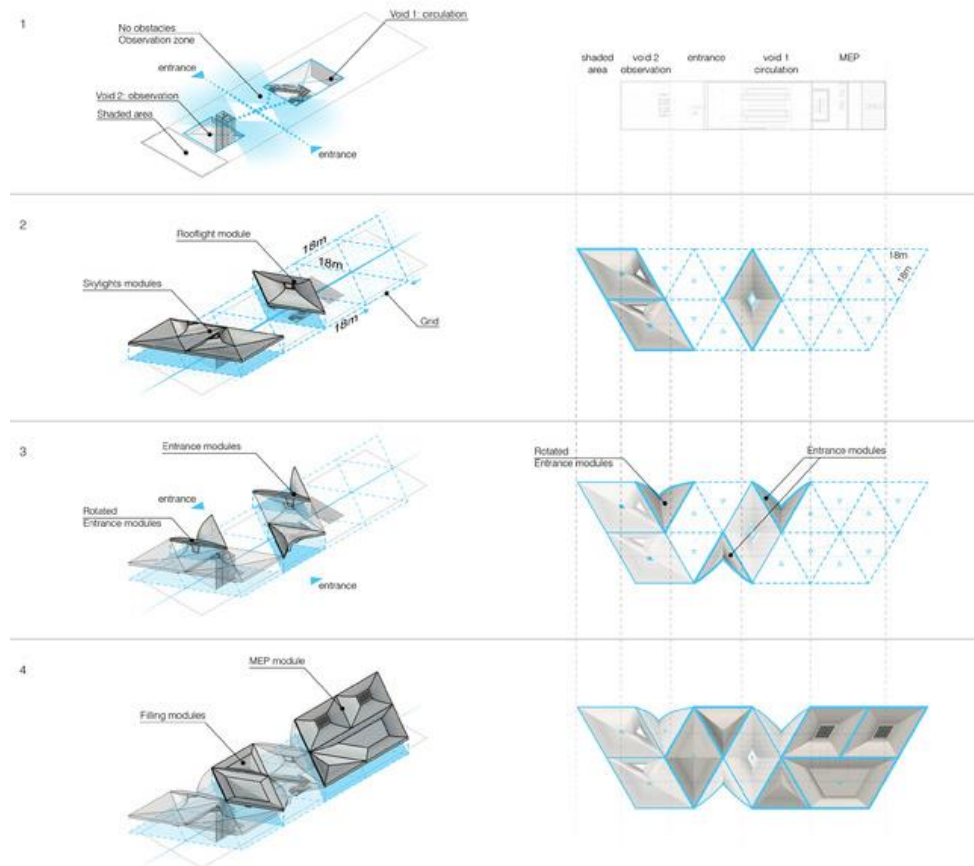


Рисунок 2 – Стратегия дизайна входа-навеса в метро

Слаженное сотрудничество всех задействованных в данном вопросе организаций позволило интегрировать станции в городской колорит, не изменяя предпочтениям и вкусам Катарских проектировщиков и инженеров.

Использование различных масштабов идентичности для пользователя является ключевой концепцией в дизайне: идентичность сети, идентичность линии и идентичность станции (рис. 3).

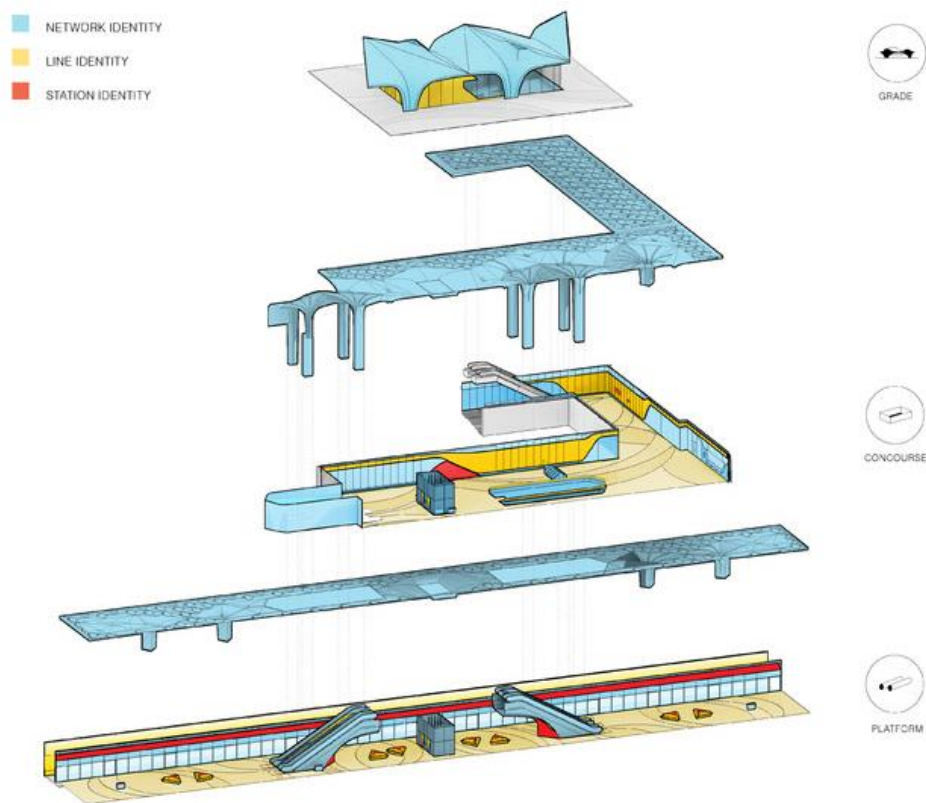


Рисунок 3 – Использование концепции масштаб идентичности в дизайне станции Bidda

Концептуальный дизайн станций метро в Дохе образует мост между прошлым и будущим Катара, черпая вдохновение из обширного регионального архитектурного лексикона, одновременно представляя видение модернизации и сохранения.

Ссылаясь на понятие караван-сараяв – постоянных дворов с закрытыми дворами, которые служили местами сбора и отдыха на древних торговых путях – и следуя линии исторических дворцов поездов, дизайн порождает социальное взаимодействие и распространяет создание места над созданием пространства.

С эффектными сводчатыми потолками, интерьером с богатым перламутровым эффектом, уникальным катарским орнаментом и палитрой материалов, станции в стиле Караван-сарай усиливают катарскую идентичность, способствуя социальному взаимодействию в красивых общественных местах. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Интерьер станции метро

Компания UNStudio смогла совместить такие вещи как: экологически чистую среду, прекрасное архитектурное решение и великолепную инженерную мысль.

Литература:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inhabitat.com/unstudio-designs-sculptural-driverless-metro-stations-for-doha/> - Дата доступа: 01.04.2021
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unstudio.com/en/page/12108/doha-metro-network> - Дата доступа: 01.04.2021

ТОННЕЛЬ В ГОРОДЕ ЕРЕВАНЕ С ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКОЙ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках курсового проекта мной был выбран город Ереван, так как в часы пик пробки в нём достигают 8-ми баллов (Рис.1). Поставленной задачей является запроектировать подземный тоннель, чтобы разгрузить дороги и тем самым снизить пробки по городу (Рис. 2).



Рисунок 1 – Карта пробок в на пересечении проспекта Саят-Новы с ул. Ханджян и Московян в час пик

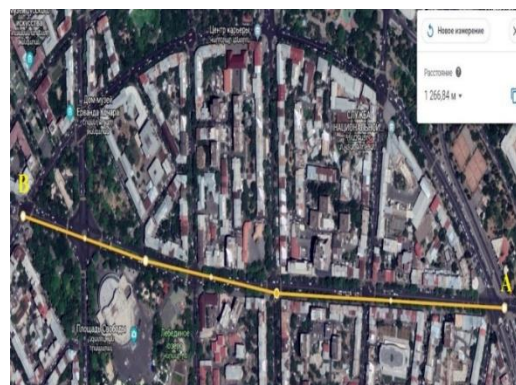


Рисунок 2 – Генеральный план с координатами точек строительства

Мной предложено концептуальное решение строительства транспортного тоннеля с подземным паркингом, соединяющего два основных городских проспекта – Саят Новы и Маршала Баграмяна, под существующей городской застройкой (Рис. 3,4).

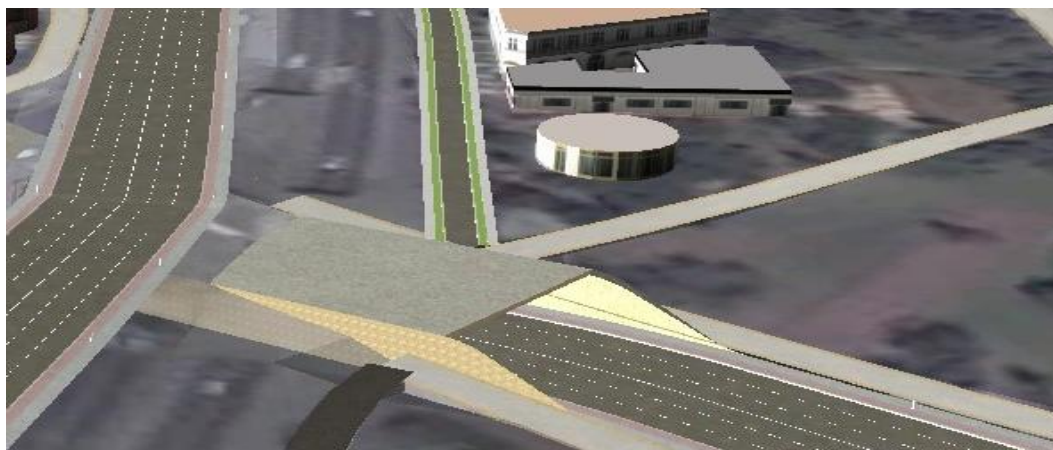


Рисунок 3 – Общий вид портала со стороны точки А



Рисунок 4 – Общий вид портала со стороны точки Б

При строительстве тоннеля, для сооружения коммуникаций, было принято решение использовать микротоннелирование (Рис. 5).

Микротоннелирование – это бестраншейный метод строительства коммуникаций в крупных городах. Он хорош тем, что при его работе не приходится перекрывать улицы и дороги, тем самым не усложняется жизнь обычных людей и у строителей есть больше времени для производства качественных работ.



Рисунок 5 – Схема использования микрощита

Суть работы микрощита проста: на начальном этапе вырывают два котлована, первый – для того, чтобы спустить щит под землю, второй – для того чтобы после окончания работ его достать из-под земли. Насосами под землю подаётся вода, чтобы размягчить грунт перед головой щита, после того, как щит пройдёт, полученное месиво насосами выкачивают наверх и сооружают металлическую или бетонную отделку тоннеля (Рис. 6).



Рисунок 6 – Микроцилт AVN(ABN)

Преимущества микротоннелирования:

- ✓ Скорость и точность в самых сложных геологических условиях. Возможность выполнения работ в условиях стеснённой городской застройки.
- ✓ Удешевление строительства, так как не требует применения дорогостоящих методов закрепления грунтов и водопонижение.
- ✓ Возможность проходки под естественными и искусственными преградами - железными и автодорогами, реками и т.п.
- ✓ Большая допустимая глубина проходки.

Литература:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013006288> - Дата доступа: 13.04.2021
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gnbservice.ru/about/technology/tehnologiya-mikrotonnelirovaniya/> - Дата доступа: 13.04.2021

АВТОДРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ КРЕВУ И ЛЕЗ-ОР, ФРАНЦИЯ

*Дейко Вадим Витальевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Для упрощения транспортного пути в районе двух городов Франции был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля. Новая подземная транспортная траншея приведет к улучшению транспортной системы в регионе, также компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут. Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 4,5 км с 2-мя полосами движения. Максимальный уклон проезжей части не превышает 1.6‰. Расчетная скорость движения автомобильного потока в тоннеле должна составлять примерно 80-100км/ч (Рис.1). Продольный профиль горной местности представлен на (Рис.2).

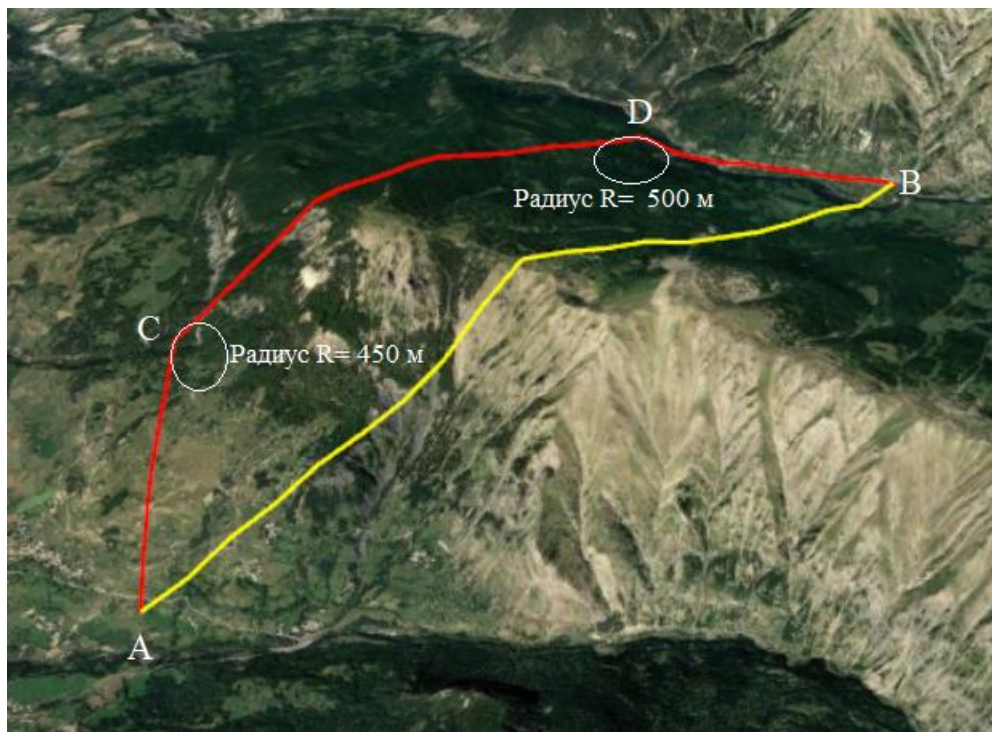


Рисунок 1 – План местности

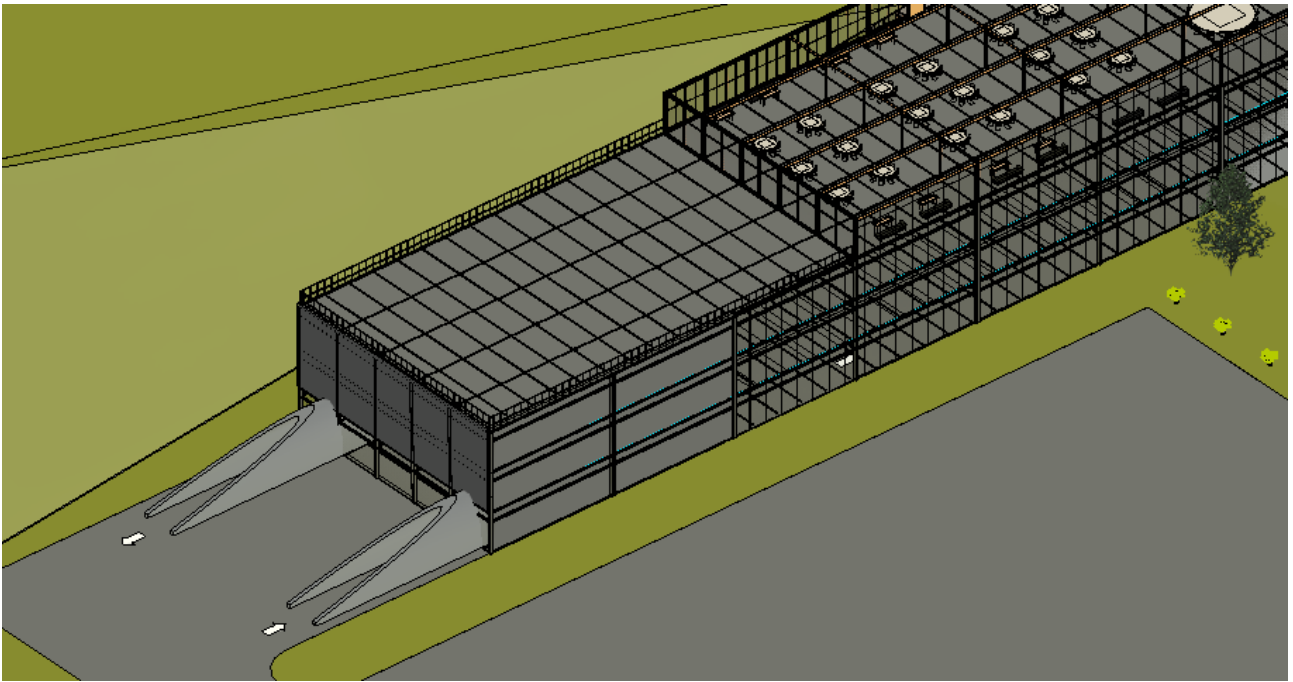


Рисунок 4 – Общий вид портала

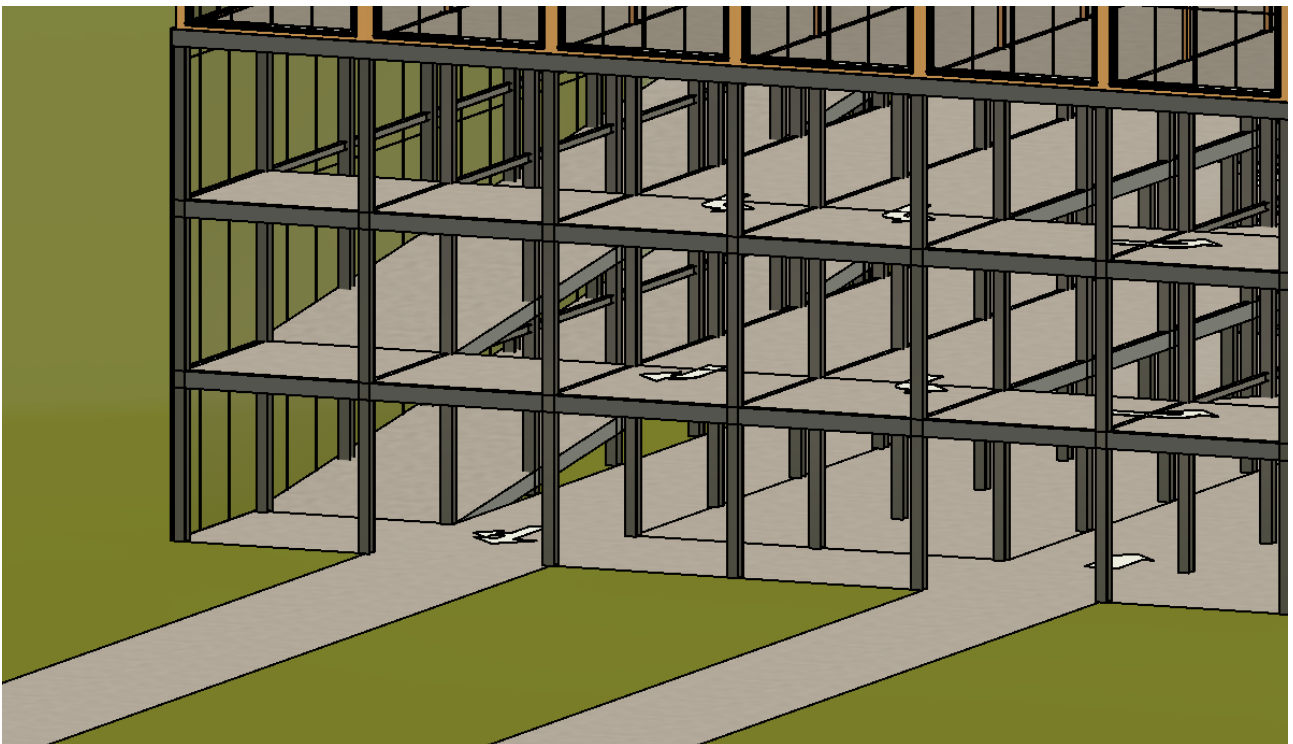


Рисунок 5 – Схема кольцевого движения

В многофункциональном комплексе применена инновация: «Жидкое дерево». «Жидкое дерево» – это совместный материал, полученный в результате реакции смешивания полимерных смол с древесиной, измельченной в муку. Такое «Дерево» состоит в основном из шелухи, соломы, скорлупы и так далее.

Термопластичный полимер, так же известный как полиэтилен, или полвинилхлорид или полипропилен могут выступать в качестве связи дерева.

В состав «деревянной жидкости» также могут входить бумажные отходы, крахмал, казеин.

Кроме этого, чтобы повысить время эксплуатации, а также чтобы материал был устойчив к различным в него добавляют антимикробные вещества, стабилизаторы и антиокислители.

Само производство «Жидкого дерева» достаточно легкое и не составляет особых затруднений для любого предприятия, где находится все необходимое техническое оборудование. Сразу же можно догадаться, дерево измельчают, смешивают с органическими добавками, полимерами и добавками для повышение срока эксплуатации и устойчивости. Всю смесь нагревают и начинается сополимеризация (полимеризация в которой участвуют два или несколько различных мономеров). После этого всю смесь выдавливают под высоким давлением в формы и остужают. (Рис. 6).



Рисунок 6 – Жидкое дерев

Хорошие устойчивые характеристики позволяют применять такой материал при стройке и отделке зданий, когда простое дерево достаточно нерентабельно.

Многофункциональный комплекс вмещает в себя множество развлекательных помещений: всевозможные спортивные площадки, ресторан, гипермаркет и тому подобное.

Таким образом данный проект решает проблему транспортного сообщения и вместе с тем предоставляет огромное множество вариантов времяпрепровождения для жителей и туристов данных населённых пунктов.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ВАЛЕНШТАДТ И ГОРОДОМ БУКС, КАНТОН САНКТ-ГАЛЛЕН, ШВЕЙЦАРИЯ

Ермаков Глеб Валерьевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется спроектировать тоннель под горой между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. (Рис.1). Было принято решение запроектировать железнодорожный тоннель с двумя железнодорожными путями общей протяжённостью 12,45 км, включающий два поворота радиусом 1000 м и 2000 м. (Рис. 2).

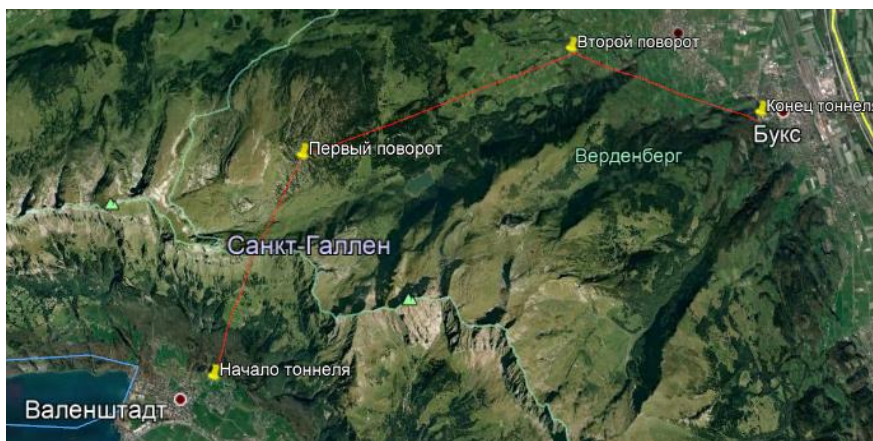


Рисунок 1 – План местности

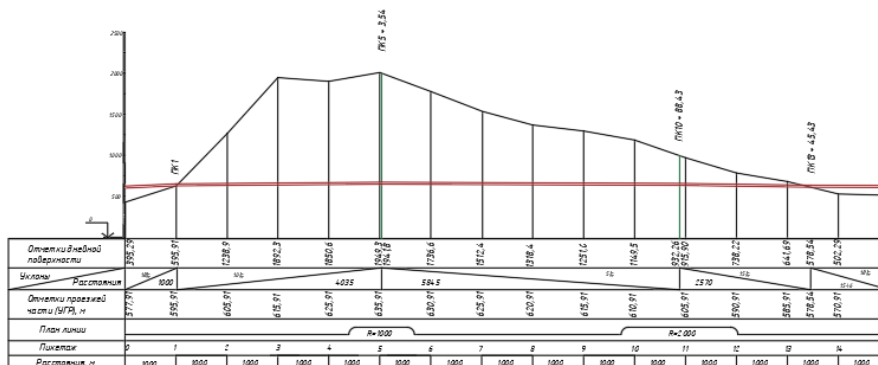


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля



Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное решение портала в точке А

В данном тоннеле применена инновация в виде бетона из диоксида углерода. Данный вид бетона является более качественным строительным материалом в сравнении с бетоном, произведённым по обычной технологии. На его производство затрачивается меньше цемента, что уменьшает его себестоимость, при этом прочностные характеристики выше. Таким образом применение данного бетона является экономически выгодно.

В портале применено архитектурно-конструктивное решение в виде трёхэтажного здания. (Рис. 3). Первый этаж является техническим этажом предназначенный для размещения системы вентиляции тоннеля, а также для работников, обслуживающих данный тоннель. На втором и третьем этажах расположено помещения горнолыжного курорта, кафе.

Литература:

1. Вакуров А. Е., Абросимов И. П. Описание и преимущества технологии производства бетона из диоксида углерода в строительстве// Бюллетень науки и практики. 2018.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ВЕНГЕН И ЛЮЧЕНТАЛЬ, ШВЕЙЦАРИЯ

*Жданович Александр Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требуется спроектировать тоннель под горой между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. Было принято решение запроектировать автодорожный тоннель с двумя полосами движения общей протяжённостью 5 км, включающий два поворота радиусом 1000 м и 2000 м. (Рис.1)

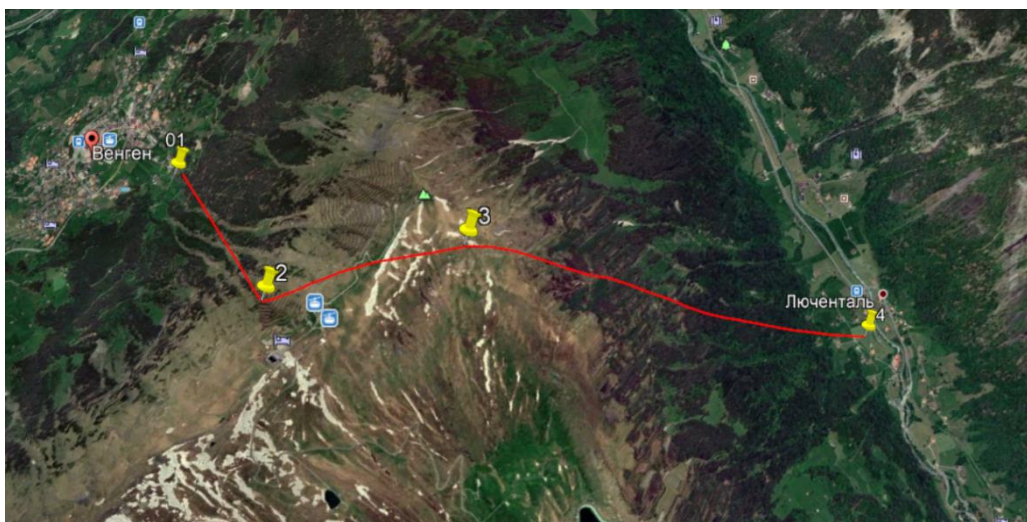


Рисунок 1 – План местности

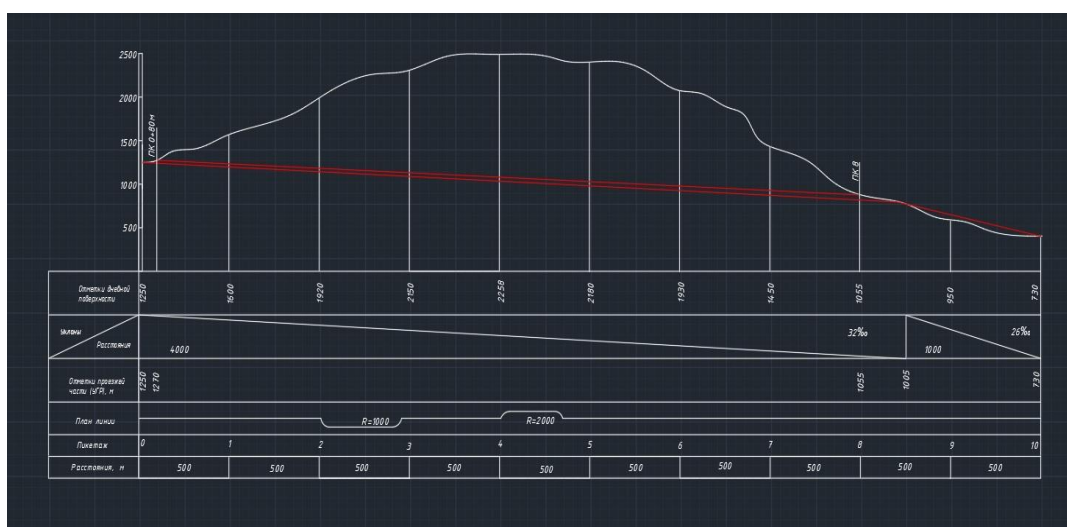


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

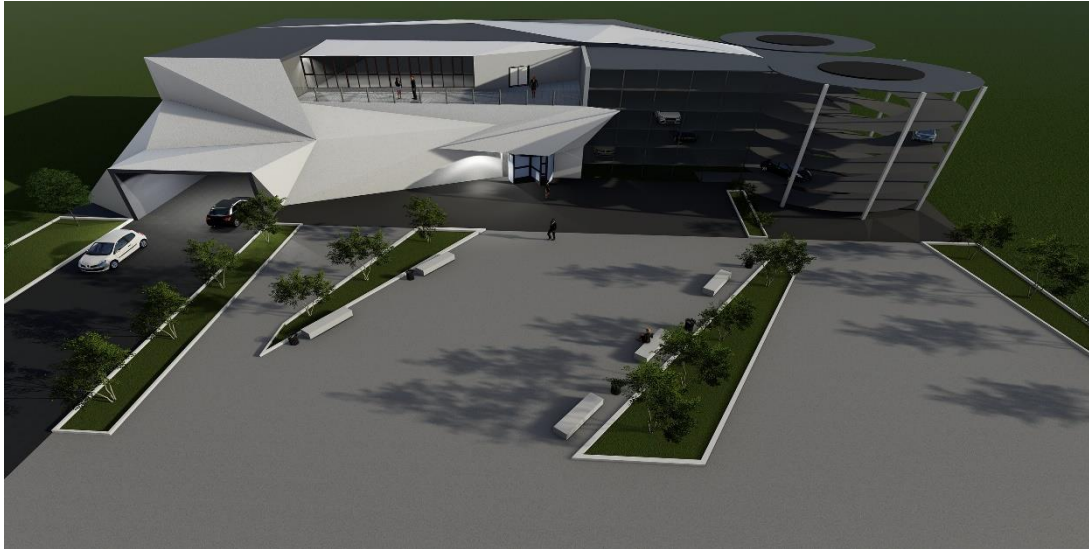


Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное решение портала в точке А

В данном тоннель применена инновация в виде программируемого цемента. Данный вид цемента является более прочным и экологически чистым строительный материал в сравнении с цементом произведённым обычной технологией. Ученые расшифровали кинетические свойства цемента и разработали способ «запрограммировать» микроскопические частицы внутри него. Это превращает частицы из неупорядоченных сгустков в заданные формы. Которые в совокупности делают материал более прочным. Программируемый цемент приведёт к созданию более прочных конструкции, требующих меньше бетона.

В портале применено архитектурно-конструктивное решение в виде пятиэтажного здания. Первый этаж является техническим этажом предназначенный для размещения системы вентиляции тоннеля, а также для работников, обслуживающих данный тоннель. На втором, третьем, четвертом и пятом этажах расположен аквариум объёмом 10,5 млн. литров, различные торгово-развлекательные заведения. На крыше встроенного паркинга оборудована вертолетная площадка.

ОТЕЛЬ MORPHEUS

*Жилко Яна Витальевна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Отель Morpheus это первый в мире высотный экзоскелет в свободной форме. В оформлении отеля Morpheus использованы плавные формы в богатых традициях китайской резьбы по нефриту. Здание имеет 40 этажей и высоту 160 метров. Строение было спроектировано британской компанией Hppold.



Рисунок 1 – Отель Morpheus

В нем впечатляющие просторные номера сочетаются с инновационными технологиями и формальной целостностью. Morpheus имеет 12 скоростных лифтов и вмещает 772 номера для гостей, сьютов и общественных помещений, помещения для проведения встреч и мероприятий, игровые залы, атриум лобби, рестораны, СПА-центр и бассейн на крыше, а также обширные подсобные помещения и дополнительные удобства.

Этот отель имеет сплошной стеклянный фасад с внешней стальной конструкцией. В основе дизайна отеля лежит пара башен, соединенных на уровне земли и крыши. В средней части здания так же находятся два моста с расположенными в них ресторанами и барами. Внешняя часть экзоскелета произвольной формы облицована алюминиевыми панелями. Он практически не имеет горизонтальных компонентов и состоит из полых профилей.

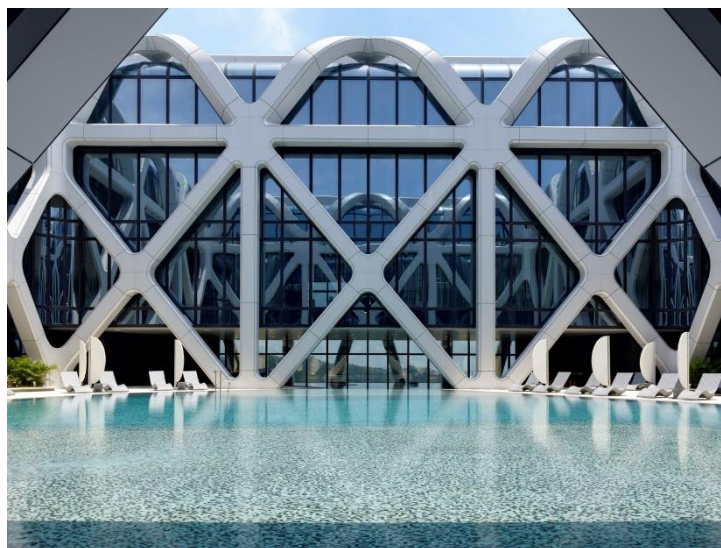


Рисунок 2 – Бассейн на крыше отеля Morpheus

Внутренние помещения отеля Morpheus, как одного из ведущих отелей мира, требовали высокой степени комфорта для удовлетворения самых разнообразных потребностей гостей. Экзоскелет здания оптимизирует интерьеры, создавая пространства, которые не прерываются несущими стенами или колоннами.

Такое расположение максимизирует количество гостиничных номеров и гарантирует их равномерное распределение по обеим сторонам здания.

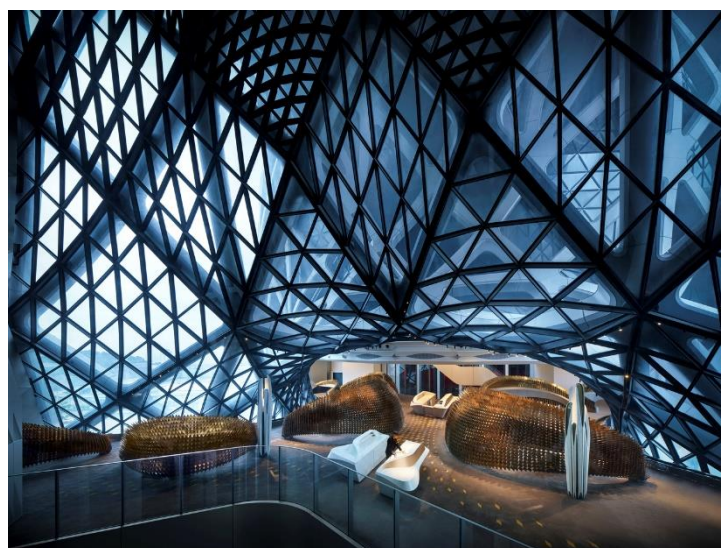


Рисунок 3 – Помещение отеля Morpheus

При возведении отеля было решено использовать ранее существующий фундамент. Имеющееся прямоугольное основание послужило фундаментом для возведения данного здания из двух внутренних вертикальных циркуляционных сердечников, соединенных на уровнях подиума и крыши.

Вивиана Мушчеттола, руководитель проекта ZHA, объясняет: «Морфей сочетает в себе оптимальное расположение со структурной целостностью и скульптурной формой. Дизайн интригующий, так как он не делает никаких ссылок на традиционную архитектурную типологию. Всеобъемлющая параметрическая модель объединила все эстетические, структурные и фабричные требования отеля.»

Литература:

1. Режим доступа: <https://www.designboom.com/architecture/diller-scofidio-renfro-colorado-springs-pedestrian-bridge-10-07-2020/> – Дата доступа: 21.11.2020.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ КОРОДАМИ СЕЙН-ЛЕЗ-АЛЬП И ЛЕ ЛОЗЕ-УБЕ, ВО ФРАНЦИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «САМОЗАЛЕЧИВАЮЩЕГОСЯ» БЕТОНА

*Жильский Павел Дмитриевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В научной работе было поставлено задание по проектированию тоннеля между двумя населёнными пунктами. (Рис. 1).

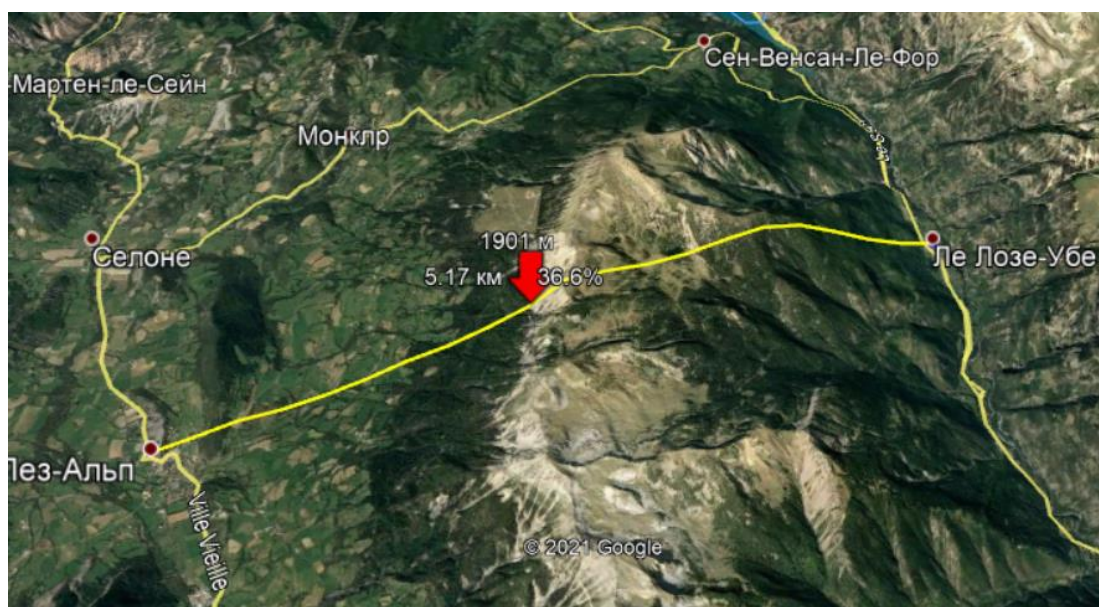


Рисунок 1 – План местности

Решено проектировать автомобильный тоннель с 2-мя полосами движения и протяжённостью 11 км. (Рис. 2).

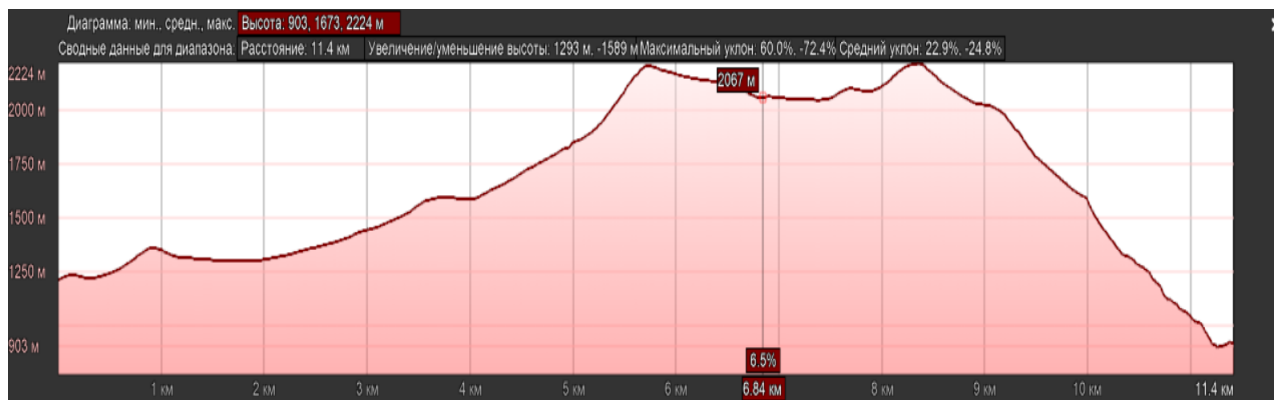


Рисунок 2 – Профиль тоннеля

Портал тоннеля представляет собой многоуровневый паркинг с остеклением, в котором можно оставить свой автомобиль и прогуляться по окрестностям. (Рис. 3).

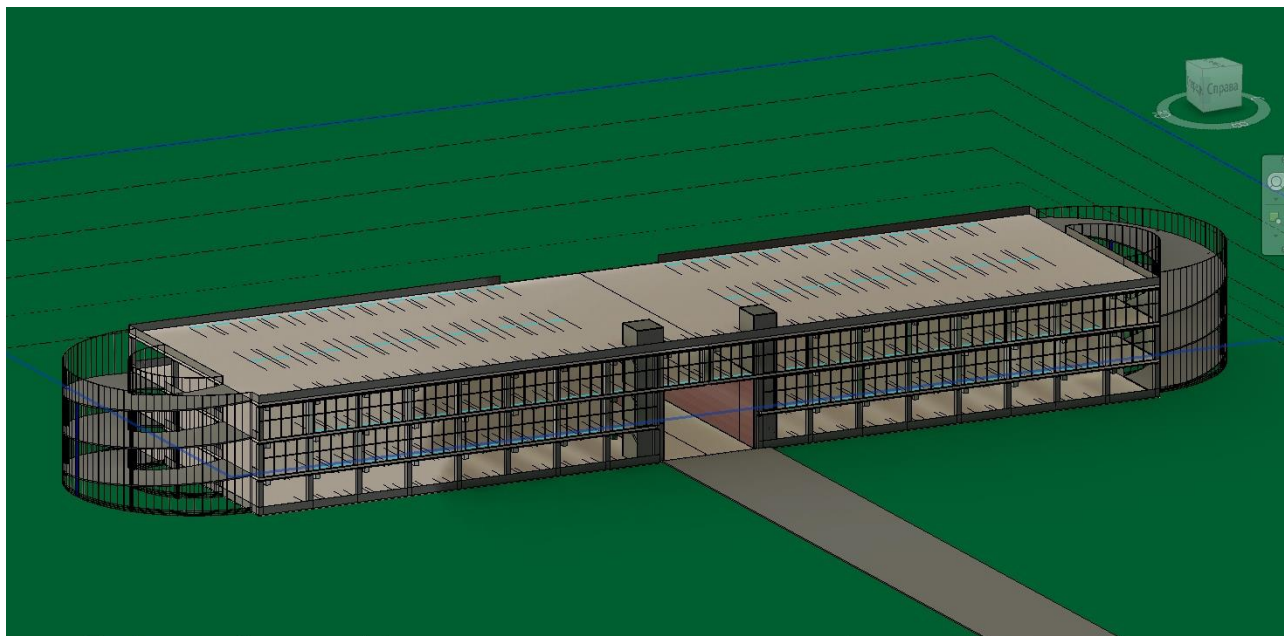


Рисунок 3 – Перспектива портала тоннеля

В проект введём инновацию «самозалечивающийся» эластичный бетон. В данном типе бетона присутствуют добавки минералов, которые содержатся в морских и речных ракушках. Такой тип бетона легче в среднем на 45%, а также менее подвержен появлению трещин. Свою наибольшую эффективность такой бетон покажет в сейсмоактивных зонах земли. После толчков и появления трещин, вода реагирует с бетоном и углекислым газом из воздуха, от чего образуется карбонат кальция, который заполняет собой трещины в бетоне. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Испытание «самозалечивающегося» эластичного бетона

Литература:

1. Самозалечивающийся бетон - <https://yzgbkru.com/samozalechivayuschisya-elasticnyy-beton/>

В НИДЕРЛАНДАХ СТРОЯТ САМЫЙ ДЛИННЫЙ ВЕЛОСИПЕДНЫЙ МОСТ В ЕВРОПЕ, КОТОРЫЙ СТАНЕТ ОРИЕНТИРОМ ДЛЯ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

В Нидерландах началось строительство моста *Blauwe Loper* протяженностью 800 метров, который предназначен не только для людей, но и для летучих мышей. «Мост Голубого Ковра» – очевидно, станет одним из самых длинных пешеходных и велосипедных мостов во всей Европе. Исходная длина моста составляет 800 метров, а на следующем этапе составит 1 километр. (Рис. 1).



Рисунок 1 – *Blauwe Loper*

Данный мост будет выполнен из дерева, привезенного из Африки с периодом службы более 80 лет. Также мост будет оснащен солнечными батареями из светодиодов.

Мост расположен через озеро *Олдамбтмер*, автостраду, канал, природный заповедник, а также объединит город *Винсхотен* с рекреационной территорией *Блаувестад*, созданной на мелиоративной земле. Уклон составит 2,5%, в крутой части конструкции, но будет удобен для велосипедистов и пешеходов.

Характерной чертой проекта является указательная функция для летучих мышей, которые обитают в заповеднике. Освещение из светодиодов устроено подобным образом, для того чтобы помочь зверям обнаружить нужное направление к озеру, которое является для них источником пищи. К тому же, у

него будет зелёный цвет, который является «дружественным» для летучих мышей.

Не смотря на то, что мост выполнен из дерева, он не будет гнить, так как технологически хорошо разработан. Дерево не спрессовано и имеет вентиляционную систему. На мосту будет расположена ветряная мельница, которая предназначена для выработки энергии. В центре сооружения построят обзорную площадку, а также лестницу для спуска. Расположенная часть моста над каналом является подвижной. Она будет поворачиваться на 90° для пропуска морского транспорта. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Пролет моста

Строители уже начали укладку основания из бетона для моста. Строительство планируют завершить к концу 2021 года. По расчётам строительство уникального моста составит 6,5 млн евро, в то время как стоимость пролета из железобетона, такой же длины, обходится примерно в 100 млн евро.

Литература:

1. Сайт Profidom [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cfts.org.ua/news/2020/03/10/v_niderlandakh_stroyat_samyu_dlinnyu_velosipednyu_mosta_v_evrope_kotoryu_stanet_orientirom_dlya_letuchikh_myshey_57699 – Дата доступа: 19.04.2021.

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., профессор, докт. техн. наук)

Актуальной проблемой мегаполиса является шум. Окружающую среду уже сложно вообразить без транспортного шума. Находясь дома или на работе, мы слышим посторонние звуки постоянно.

Звук проникает через стены и полы, тем самым вызвав вибрацию всего сооружения. Равным образом, данная вибрация служит толчком для возникновения новых звуковых волн другой интенсивности, поэтому часто мы слышим повсюду шум.

Снизить шумовое загрязнение возможно. Стоит только применить звукопоглощающие конструкции.

Звукопоглощающая облицовка используется для уменьшения энергии звуковых волн. Данная конструкция обычно состоит из пористого шумопоглощающего однородного материала и защитного слоя из твёрдого тонкого перфорированного экрана. Результативность звукопоглощающей облицовки рассчитывается коэффициентом звукопоглощения. Значение коэффициента обуславливается способом монтажа конструкции и от характеристик самой облицовки. Чтобы обеспечить полное поглощение шума, используют облицовку подобную клиньям из звукопоглощающих материалов, которые устанавливаются под углом 90° к поверхности ограждения. (Рис. 1).

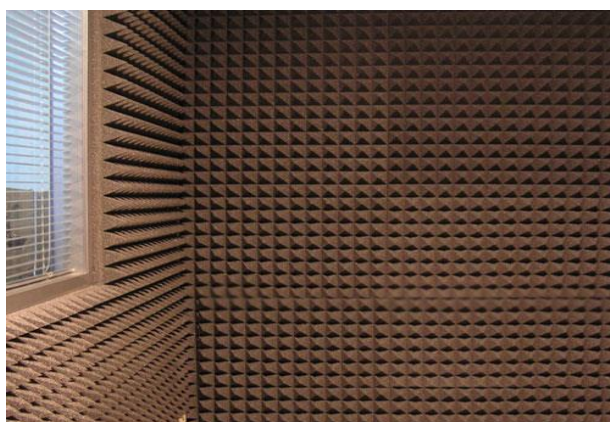


Рисунок 1 – Звукопоглощающая установка

Штучные поглотители шума применяются в случае недостаточной толщины облицовки для получения требуемого результата.

На дорогах республиканского значения, железных дорогах и т.д. используют шумозащитные экраны, которые уменьшают шум в расположенных рядом зданиях. Экраны делятся на три группы: шумопоглощающие, шумоотражающие и комбинированные. Их изготавливают из поликарбоната, акрила и других материалов. Барьеры могут быть в виде плоских ограждений, так и в виде многослойных заборов. Анкерные блоки, двутавры, опорные стоки – используют для установки экранов. По форме экраны могут быть: наклонными, прямыми, изогнутыми и с козырьком. Также используют выгородку которая представляет собой экран, окружающий источник шума со всех сторон. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Шумозащитные экраны

Литература:

1. Сайт best-stroy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://best-stroy.ru/statya_shumozashchitnye-ekrany-na-avtomobilnykh-dorogakh – Дата доступа: 25.04.2021.

СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ И НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА, СОЕДИНЯЮЩЕГО CEVIO И BRIONE В ШВЕЙЦАРИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛИТКИ PAVEGEN, ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

*Казаченко Мария Владимировна, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В настоящее время развитие альтернативных маломощных возобновляемых источников энергии, не оказывающих негативного воздействия на окружающую среду, т.е. производство «зеленой» энергии - актуальная научно-техническая задача. Один из способов решения этой проблемы - использовать разные методы и подходы для преобразования разных видов энергии в электричество. Наиболее актуальными и перспективными являются те системы и устройства, которые могут работать где угодно с простой процедурой установки. Этот вид оборудования частично или полностью покрывает потребность в электроэнергии различных объектов.

В наземном комплексе (рис. 1) имеется паркинг, так же расположено концертное помещение. На крыше данного комплекса имеется ресторан, в зоне отдыха имеются кашпо, с высаженными деревьями.

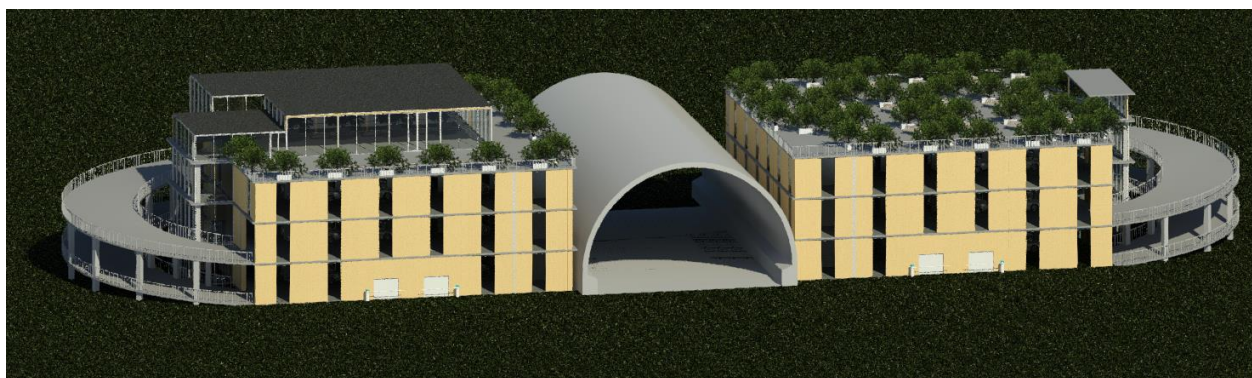


Рисунок 1 – Наземный комплекс

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 15 км. Максимальный уклон проезжей части не превышает 30‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автотранспорта в тоннеле должна составлять 90-110 км/ч.

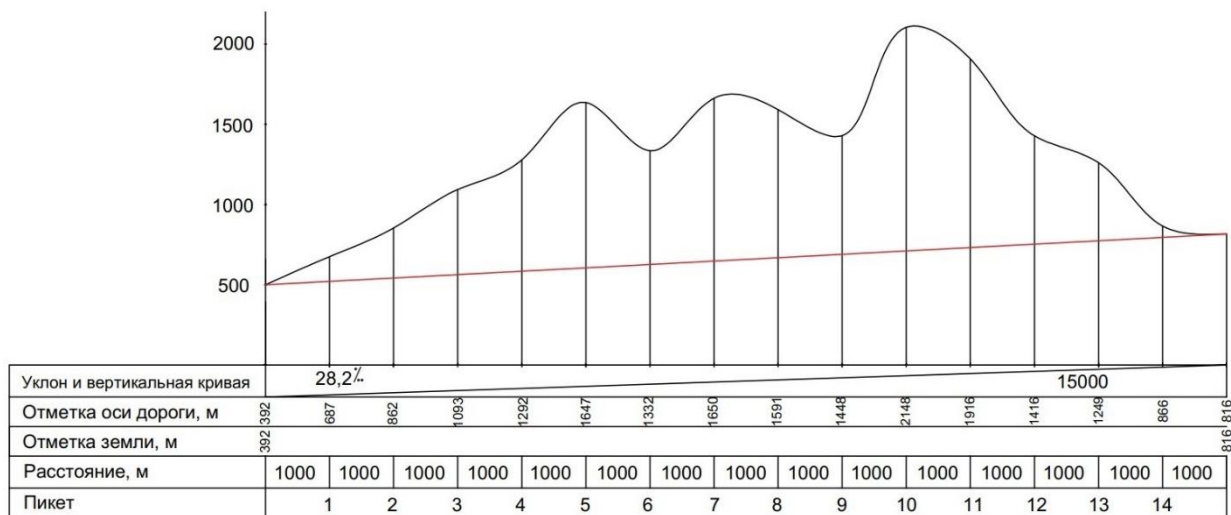


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

В своем проекте я предлагаю использовать тротуарную плитку Pavegen, которая герметична, обладает износостойкой поверхностью, имеет прочный корпус из нержавеющей стали и используется, кроме прямого назначения для выработки электроэнергии. Около 1 ватта за один шаг. Также плитка позволяет заботиться об окружающей среде - при изготовлении используются отжившие свой век - автомобильные шины.

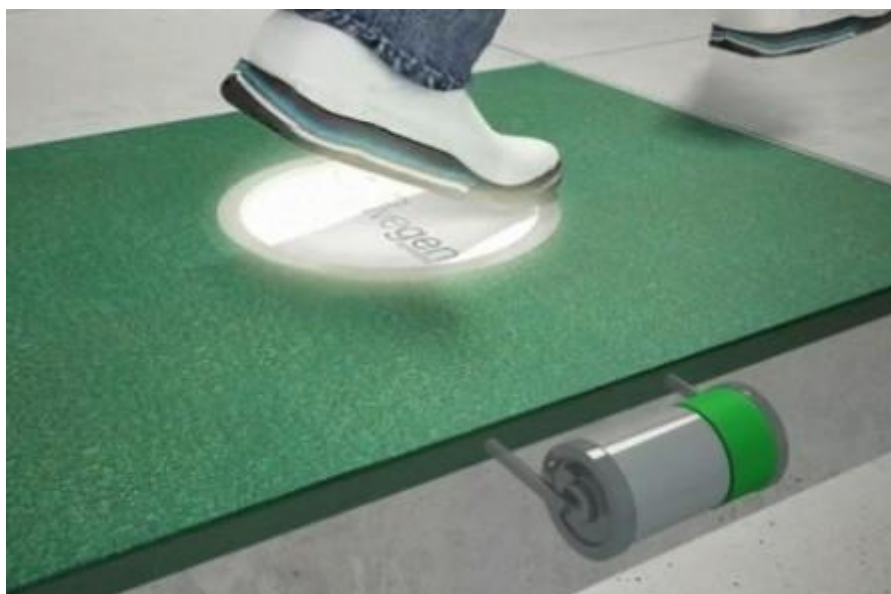


Рисунок 3 – Плитка PAVEGEN

При использовании данной плитки в наземном комплексе и автомобильном тоннеле электроэнергия будет идти непосредственно на освещение данного комплекса и тоннеля, так и при ее избытке, на обеспечение близлежащего населения.

Литература:

1. «Тротуарная плитка Pavegen, генерирующая электроэнергию» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/news/1138-trotuarnaya-plitka-generiruyuschaya-elektroenergiyu.html>;
2. «Использование тротуарной плитки для выработки электроэнергии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamengroup.ru/2020/05/20>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА В АВСТРИИ

*Калиберов Андрей Кириллович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Отсутствие транспортной доступности между различными районами города, а иногда даже целыми городами, всегда являлось серьезной помехой для передвижения населения. Логистические компании вынуждены нести многомиллионные убытки, делая километровые крюки вокруг жд путей, горных массивов или иных препятствий. Перед инженерами по всему миру стоит нелегкая задача обеспечить беспрепятственный проезд между городами по кратчайшему пути. Наиболее эффективным и относительно не дорогим методом является строительство подземных транспортных тоннелей. Мною было предложено решение строительства многофункционального подземного комплекса между городами Иннсбрук и Шарниц. (Рис. 1). Протяженность участка 1647м. Тоннель позволит соединить два города и сделать их более привлекательными для туризма и деловой активности.

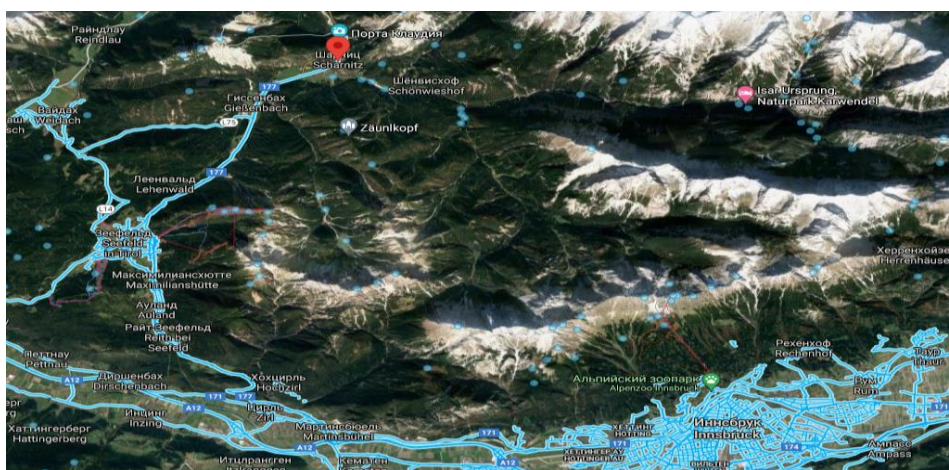


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

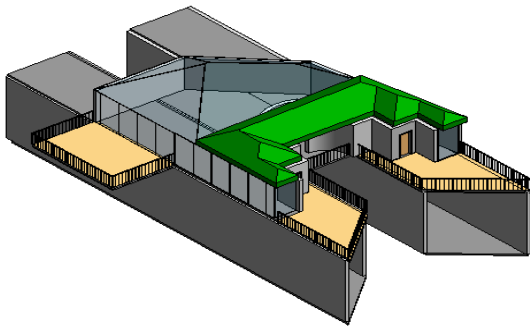


Рисунок 2 – Концептуальная модель многофункционального портала



Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное решение

Комплекс будет состоять из двух тоннелей с многофункциональным порталом, в котором расположатся кинозал с вертолетной площадкой, а так же просторная терраса. (Рис. 2) и (Рис. 3).

Дабы защитить конструкцию от влияния грунтовых вод, рекомендуется использовать гидроизоляцию с применением геосинтетических материалов, а также бетона с классом по водонепроницаемости не менее W16. В качестве укрепления откосов, перед порталом, можно использовать быстровозводимые армогрунтовые подпорные стены.

Благодаря грамотному проектированию, тоннель позволит расширить потенциал двух городов, а также отлично впишется в существующий ландшафт.

Литература:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: buildingbook.ru/beton.html
2. Виды и способы закрепления грунтов // Смагулова Л.К. // Молодой ученый. – 2017 г. 80-83 с.

ВИСЯЧИЙ МОСТ С ДЕРЕВЯННОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ЧЕРЕЗ РЕКУ РЕЙН

Карнейко Антон Сергеевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Дизайн пешеходного моста между городами Райнфельден в швейцарском кантоне Аргау и Райнфельден в немецкой земле Баден был выбран из восьми работ, представленных на совместном конкурсе. Объединивши усилия муниципалитет Райнфельден (Баден-Германия) и муниципалитет Райнфельден (Аргау-Швейцария) объявили конкурс на разработку проекта моста шириной 4,5 м и длиной до 250,0 м в качестве нового логистического звена через реку Рейн для пешеходов и велосипедистов. Целью данного проекта было установление более тесных связей между Райнфельденом Ааргау и Райнфельден Баден, а также улучшение восточной городской территории.

Искусственное сооружение представляет собой висячий мост с деревянной конструкцией пролетного строения из клееного бруса. Стальные пилоны будут выполнены с перегибом в виде перевернутой буквы «У». Одежда мостового полотна будет изготовлена в виде крупногабаритных плит из натурального камня, балясины перил – из стали, поручень перильного ограждения – из модифицированного дерева. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид моста

Стальные пилоны высотой 30,0 м изогнуты чуть выше уровня настила и представляют собой единый элемент, разделённый на две стойки под ним.

Основание опор представляет собой штифтовое соединением на уровне земли. Такая конструкция, в сочетании с длиной пролёта, требует дополнительных раскосов для обеспечения устойчивости пилонов и пролёта к вибрациям. Помимо основных тросов, на которых подвешен мост, каждая стойка пилона связана тросом, соединяющим точку перегиба с анкерным закреплением на берегу. Дополнительные тросы вдоль каждой стороны настила обеспечивают устойчивость и устраняют необходимость в поперечных балках. Они закреплены к подвескам с шагом в 10,0 м и к пролёту снизу. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Визуализация конструкции

При выборе победителя в конкурсе международного масштаба судьи выделили использование древесины в качестве основного строительного материала, поскольку в этом районе существует давняя традиция строительства деревянных мостов, а древесина является экологичным, инновационным, а также очень экономичным материалом из-за хорошего соотношения собственного веса и прочности.

Литература:

1. MIEBACH INGENIEURBURO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibmiebach.de/en/projects/timber-bridges/cable-stayed-bridges/cable-stayed-bridge-engelskirchen.html> – Дата доступа: 14.04.2021

СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОХОДЧЕСКОГО ЩИТА ОКОЛО ГОРОДА АЛТЫАГАДЖ ХЫЗИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАН

*Карнейко Антон Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Строительство тоннелей с применением проходческих щитов традиционной круглой формы сопряжено с определёнными неудобствами. Не всегда круглая форма тоннеля бывает рациональна для дальнейшего монтажа автомобильной дороги или железнодорожных путей. Такая форма проходческого щита зачастую приводит к излишним затратам на обустройство облицовки из-за увеличивающейся площади внутренней поверхности и чрезмерным выработкам горной породы, что влечёт излишние финансовые и временные затраты. Данная проблема будет актуальна при сооружении транспортного тоннеля около города Алтыагадж в Азербайджане.

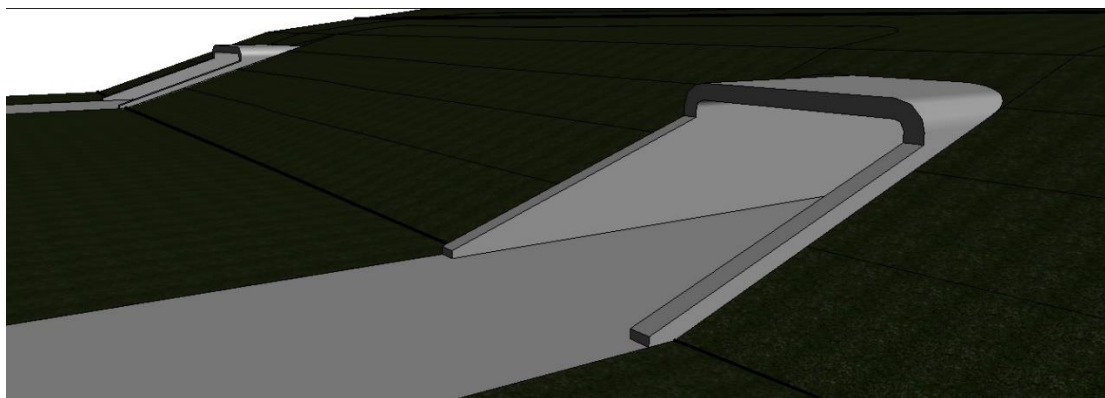


Рисунок 1 – Вид тоннеля

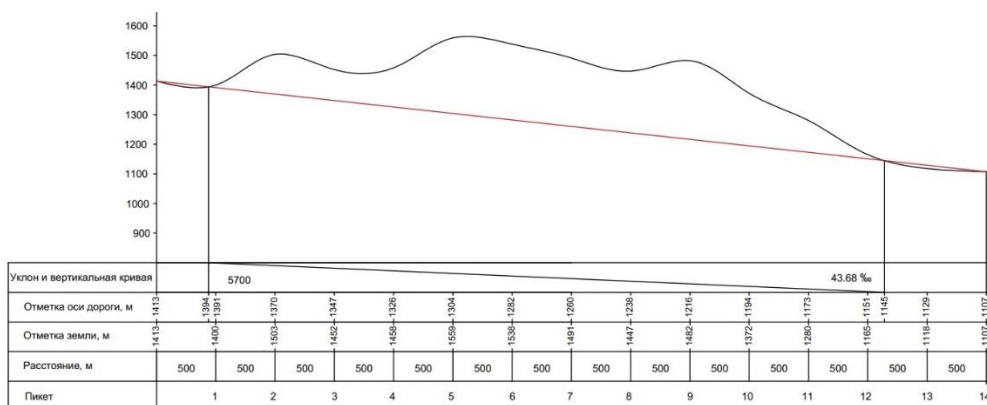


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

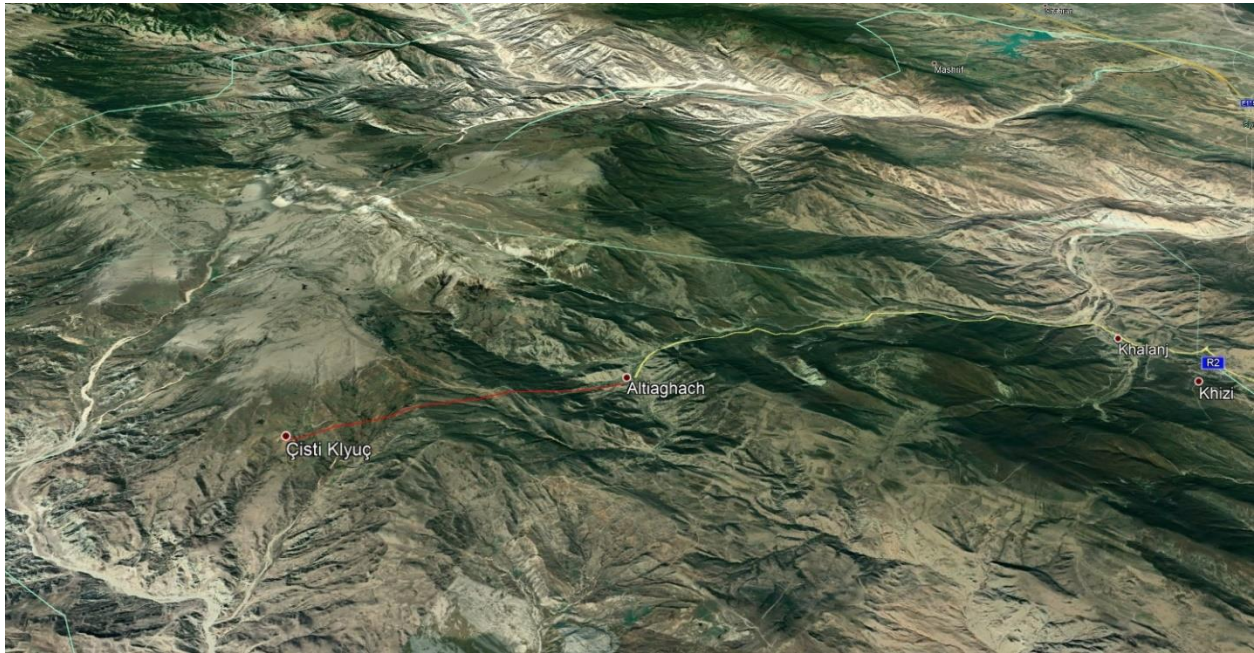


Рисунок 3 – Вид с высоты птичьего полёта

Выработку горной породы для данного тоннеля предлагается осуществлять с помощью прямоугольного проходческого щита, разработанного компанией CREG. В ноябре 2016 года в Сингапуре был прорыт первый туннель длиной 156 метров, пройденного прямоугольным тоннелепроходческим комплексом. Он эффективно справился с разнообразными горными породами, чем сократил затраты на строительство. В Китае прямоугольный тоннелепроходческий комплекс широко используется в аналогичных проектах. В начале 2017 года проект T221 был удостоен награды “Проект года (SPMI PoY) 2016-2017” в категории “Инжиниринг и строительство”.

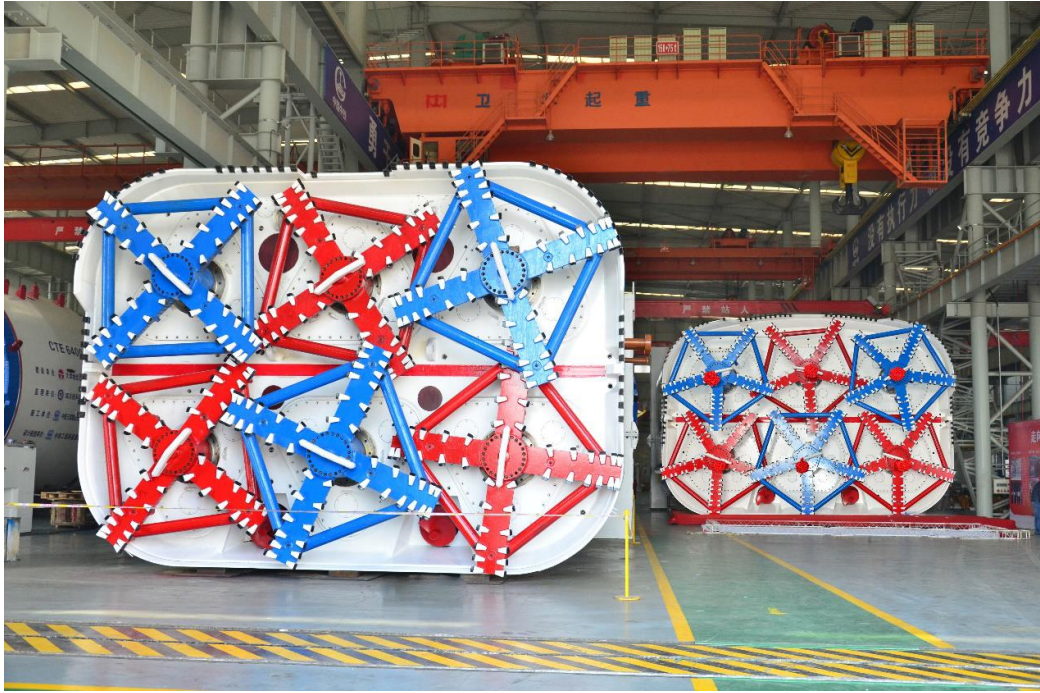


Рисунок 4 – Прямоугольный тоннелепроходческий комплекс

Литература:

1. «CREG Underground Solutions» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://en.crectbm.com/product/272.html> – Дата доступа 20.04.2021.

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПАНИИ DYNAMIC INFRASTRUCTURE

Климовец Алексей Васильевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., кандид. техн. наук, доцент)

Хотели бы вы иметь более полное понимание всех структурных аспектов мостов, находящихся под вашей опекой? Как насчет возможности отслеживать износ различных типов виадуков и т.д. Из одного источника?

Что если вы могли бы получать оповещения о том, что что-то не так, прежде чем проблемы, связанные с небольшими мостами, превратятся в большие бедствия?

Начинающая компания, расположенная в Нью-Йорке и Тель-Авиве, Dynamic Infrastructure, изобрела передовое, глубоко изученное решение для таких структур, как мосты, позволяя иметь полное представление о них и понимать их. Система предоставляет трехмерные изображения моста или туннеля в режиме реального времени. Она отправляет автоматические оповещения при обнаружении изменений в состоянии моста. Ранние предупреждения помогают предотвратить крупные, более дорогие и более опасные проблемы в будущем.

Благодаря огромному положительному влиянию Орех и Сареx, Dynamic Infrastructure уже осуществляет проекты в США, Германии, Швейцарии, Греции и Израиле с различными заинтересованными сторонами в транспортной инфраструктуре. Клиенты компании имеют в общей сложности 30 000 активов, от Департаментов транспорта до государственно-частных партнерств и частных компаний.

Динамическая инфраструктура быстро создает «медицинские записи» для каждого моста, туннеля и надземной автомагистрали на основе существующих изображений, полученных в ходе периодических проверок состояния в течение многих лет, включая изображения со смартфонов, беспилотных летательных аппаратов и лазерного сканирования. Запатентованная технология сравнивает старые и заархивированные изображения с новыми, выявляя проблемы обслуживания и эксплуатации, дефекты и аномалии. Как и МРТ для людей, трехмерные «медицинские записи» служат основой для предупреждений об изменениях условий технического обслуживания. Доступ к диагностике может быть легко осуществлен через простой браузер, и его можно мгновенно передать

коллегам и подрядчикам, чтобы ускорить рабочие процессы обслуживания и увеличить возврат инвестиций.

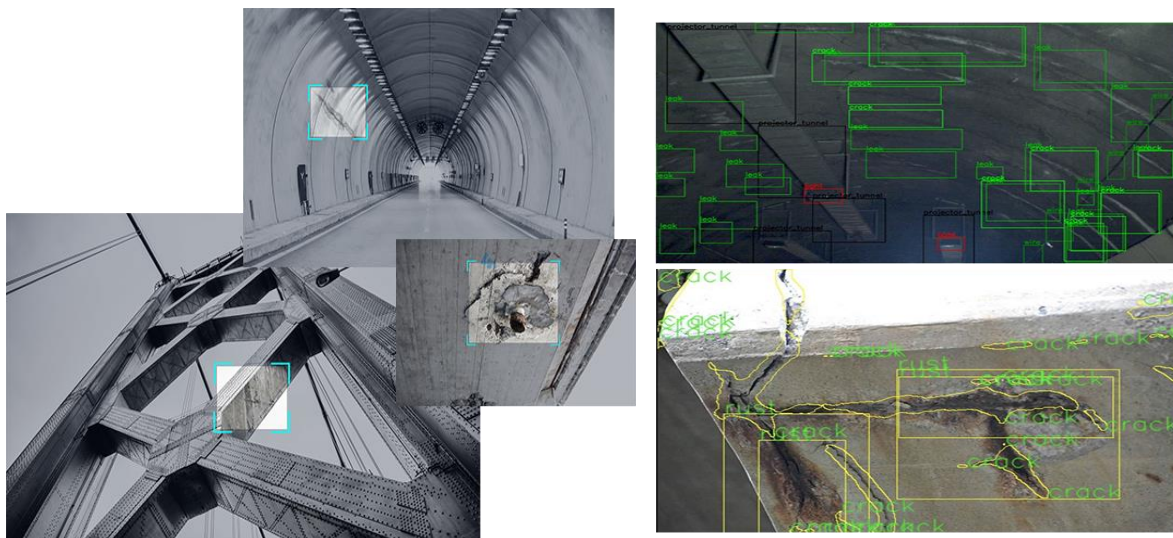


Рисунок 1 – Технология выявляет проблемы конструкции

«Мир сталкивается с кризисом инфраструктуры», - сказал Саар Дикман, соучредитель и генеральный директор Dynamic Infrastructure. «В частности, дефицитные мосты и туннели представляют серьезную проблему для инфраструктуры во всем мире, а их плохое состояние приводит к человеческим потерям и миллионам незапланированных расходов. Попытка восстановить несовершенную инфраструктуру без внедрения новых технологий не сработает. Технология позволяет изменить уравнение однодолларовой задачи. Один доллар правильной технологии в нужном месте может сэкономить более одного доллара на обслуживании моста».

В соответствии с девизом «Каждое фото имеет значение», компания экономит миллионы ресурсов, помогая им оставаться эффективными в рамках жестких бюджетных ограничений.

Литература:

1. Режим доступа: Dynamic Infrastructure [Electronic resource] –<http://diglobal.tech/> Дата доступа: 17.03.2021.
2. Режим доступа: ВМІ [Electronic resource] – <https://bridgemastersinc.com/bridge-management-technology/> Дата доступа: 17.03.2021.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕКРЕСТКОВ С КРУГОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Перекрестки с круговым движением в нашей стране представляются чем-то загадочным и непонятным. Связано это с их малой распространенностью и как следствие возникающей стрессовой ситуацией для участников дорожного движения. Для того, чтоб чувствовать себя уверенно и комфортно на таких развязках важно понимать, что такое круговое движение, как они работают, зачем необходимы кольцевые перекрестки и почему круги с круговым движением так эффективны по сравнению с другими вариантами перекрестков.

Современная кольцевая развязка представляет собой круговой перекресток с конструктивными особенностями, обеспечивающими безопасный и эффективный транспортный поток. Он был разработан в Соединенном Королевстве в 1960-х годах и в настоящее время широко используется во многих странах.



Рисунок 1 – Круговой перекресток

На кольцевых развязках автомобили движутся против часовой стрелки вокруг приподнятого центрального острова, при этом въезжающие потоки транспорта уступают дорогу циркулирующему движению. В городских условиях

въезжающие автомобили преодолевают достаточно крутой поворот, чтобы снизить скорость до 15–20 миль в час; в сельской местности въезжающие автомобили могут двигаться на несколько более высоких скоростях (30–35 миль в час). Когда транспортные средства движутся по кольцевой развязке, медленные и постоянные скорости поддерживаются за счет отклонения движения транспорта вокруг центрального острова и относительно небольшого радиуса круговой развязки и съездов.

Низкая скорость помогает транспортным средствам плавно выезжать на перекресток, объезжать его и выезжать с него. Водители, приближающиеся к кольцевой развязке, должны снизить скорость, искать возможные конфликты с транспортными средствами, уже находящимися в круге, и быть готовыми к остановке для пешеходов и велосипедистов. Оказавшись на кольцевой развязке, водители направляются к нужным им съездам.

По сравнению со стандартными перекрестками, перекрестки с круговым движением имеют значительные преимущества.

Безопасность: это одна из основных причин, по которой круговое движение стало таким популярным. Исследования показывают, что круговое движение снижает количество несчастных случаев со смертельным исходом и травмами на целых 75–80% из-за более маленьких скоростей и меньшего количества конфликтных точек.

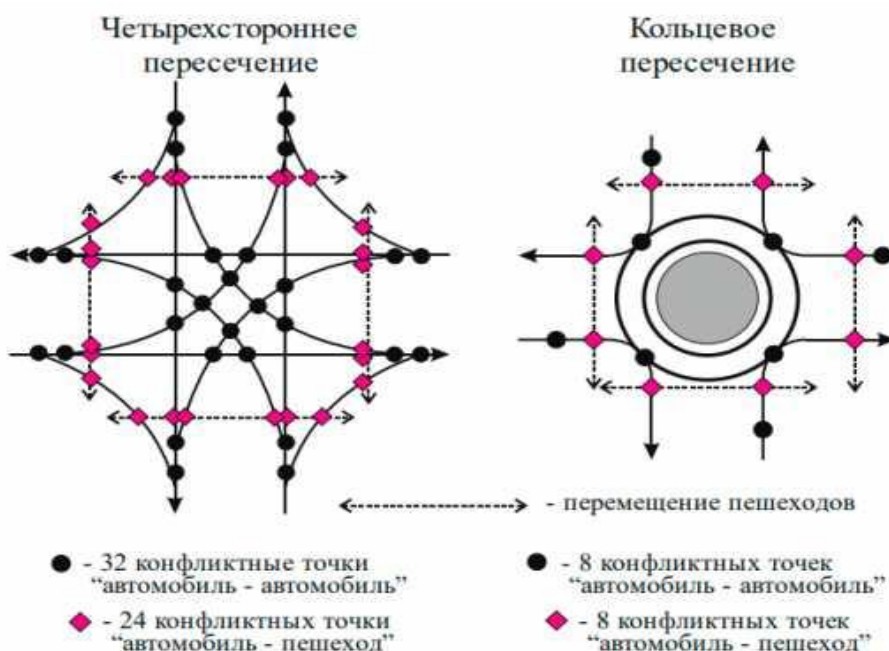


Рисунок 2 – Конфликтные точки на перекрестках

Пропускная способность и меньшая задержка: из-за непрерывного потока движения на перекрестках с круговым движением можно обрабатывать большие

объемы, чем на сигнальных перекрестках, за то же время. Распространенное заблуждение, что классические перекрестки более эффективны.

Лучшая топливная эффективность и качество воздуха: автомобили на кольцевой развязке реже простаивают на холостом ходу, чем на перекрестке, где транспортным средствам приходится ждать на красный свет. Это означает снижение расхода топлива и выбросов транспортных средств.

Возможности ландшафтного дизайна: центральный остров кольцевой развязки – отличное место для озеленения.

Безопасность пешеходов: это еще одно распространенное заблуждение о круговых перекрестках. Часто думают, что, поскольку пешеходный переход на кольцевой развязке неконтролируемый, он не так безопасен, как сигнальный переход. На рисунке выше показано, почему перекресток с круговым движением безопаснее, чем переход на стандартном перекрестке.

Литература:

1. Режим доступа: <https://www.iihs.org/topics/roundabouts#public-opinion> – Дата доступа: 20.03.2021.
2. Режим доступа: <https://www.wsbeng.com/the-roundabout-craze/> – Дата доступа: 20.03.2021

СТЕКЛЯННЫЙ МОСТ ЧЖАНЦЗЯЦЗЕ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы была выбрана данная тема для раскрытия строительства одного из самых интересных строительных проектов последних лет. Мост со стеклянным полом предлагает пешеходам захватывающую панораму. Он является самым длинным и высоким пешеходным мостом в мире.

Современное строительное чудо, Стеклоанный мост Чжанцзяцзе, расположенный в Гранд-Каньоне Чжанцзяцзе в национальном парке Чжанцзяцзе, в провинции Хунань, Китай, имеет длину 375 метров, что делает его самым длинным пешеходным мостом в мире. А возвышаясь на 300 метров над национальным парком.

Мысль о том, чтобы пройти через такое грозное сооружение, может показаться многим пугающей, особенно когда вы обнаруживаете, что он всего 60 сантиметров в толщину. Но будьте уверены, мост построен на высочайшем уровне.

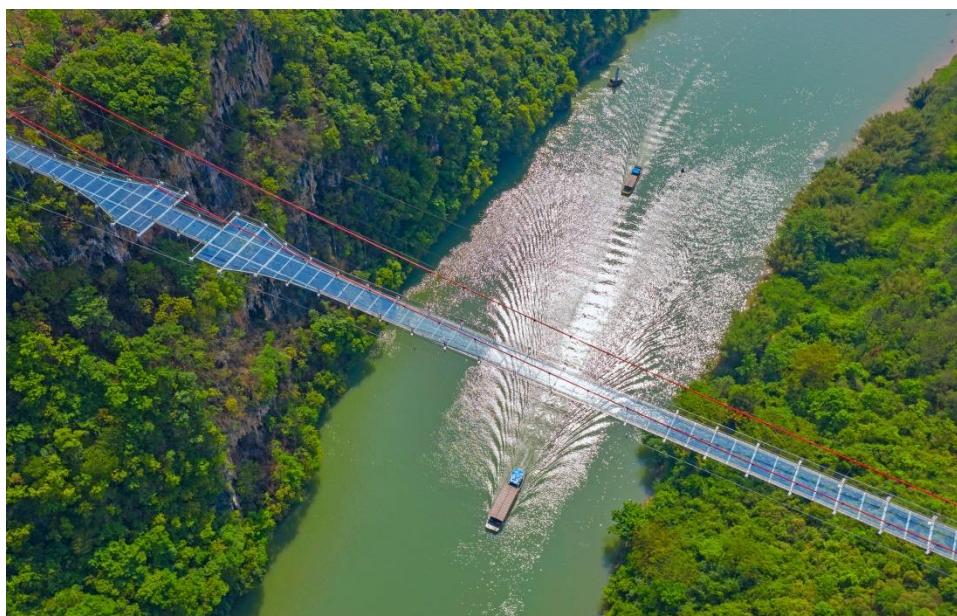


Рисунок 1 – Пешеходный мост Чжанцзяцзе

Хаим Дотан, архитектор проекта, даже придумал идею отправить проехать 40-тонный грузовик по этому не разрушаемому мосту, чтобы продемонстрировать его прочность публике, и результаты показали прогиб всего

2,16 сантиметра, что впечатляет для такого строительства. Он даже призывал людей бить мост тяжелыми предметами, чтобы доказать прочность трехслойного пола, сделанного из стеклянных панелей площадью 12 квадратных футов. Неудивительно, что от ударов пострадала только верхняя часть, а две другие остались нетронутыми, что свидетельствует о том, что она способна амортизировать огромные удары.

Конструкция моста спроектирована так, чтобы обеспечить пешеходам безопасный путь, заставляя их чувствовать, что они идут по твердой земле, в то время как они подвешены в воздухе. Этот прочный мост весом 2200 тонн, в котором используются стальные балки, армированный цемент и боковые тросы для поддержки моста, он может одновременно принять до 800 посетителей.

Приступая к строительству самого длинного и самого высокого в мире стеклянного пешеходного моста, было бы разумно предвидеть множество технических проблем. Относительно беспроблемный процесс строительства объясняется тем, что различные конструктивные элементы моста проходят строгие и точные инженерные исследования.



Рисунок 2 – подвесной мост

В конструкции пешеходного перехода также используются пятьдесят стеклянных шариков по 500 кг для уменьшения вибраций. Два больших резервуара для воды также хранятся под балками моста, чтобы уменьшить любое движение. Эти амортизирующие технологии и антивибрационные механизмы способствуют как безопасности моста, так и комфорту пешеходов.

Это первый мост, спроектированный израильским архитектором Хаимом Дотаном, он и его команда применили некоторые специфические инженерные аспекты при проектировании, включая изгиб конструкции в виде V-образной формы с помощью двух основных поддерживающих тросов. Интересно, что ширина моста не постоянна по длине моста. Он варьируется от 15 метров в

ширину, до 6 метров в центре. Башни, поддерживающие кабели, расположенные на расстоянии 45 метров друг от друга по обе стороны каньона. Строительство самого длинного и самого высокого в мире моста со стеклянным дном было отнюдь не легкой задачей, однако это настоящий подвиг инженерии, дизайна, технологического и архитектурного прогресса.

Литература:

1. Режим доступа: <https://www.bremco.com.au/construction-wonders-zhangjiajie-glass-bridge/> – Дата доступа: 19.03.2021.

МНОГОУРОВНЕВНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ КРАКОВ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы мною было выбрано пересечение улиц Armii Krajowej и Piastowska в городе Краков, Польша. Анализ движения транспортного потока показал, что в часы пик на данном перекрестке образуются заторы. С целью их предотвращения и удобной организации движения транспортных средств и пешеходов мною была разработана подземная транспортная развязка.

Координаты точек:

А: Широта - $50^{\circ} 4'13.61''\text{C}$; Долгота - $19^{\circ}54'15.06''\text{В}$

Б: Широта - $50^{\circ} 4'10.86''\text{C}$; Долгота - $19^{\circ}54'13.86''\text{В}$

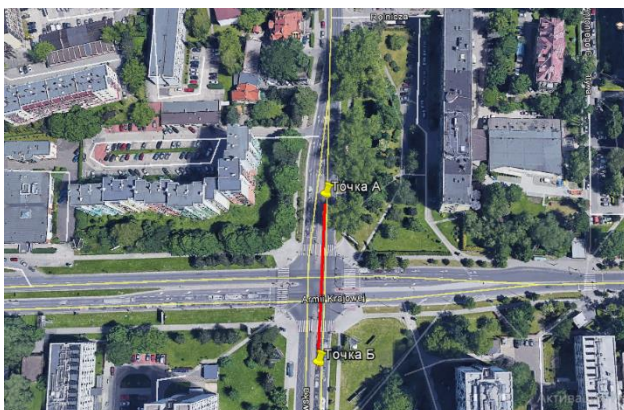


Рисунок 1 – снимок с GPS с точками строительства

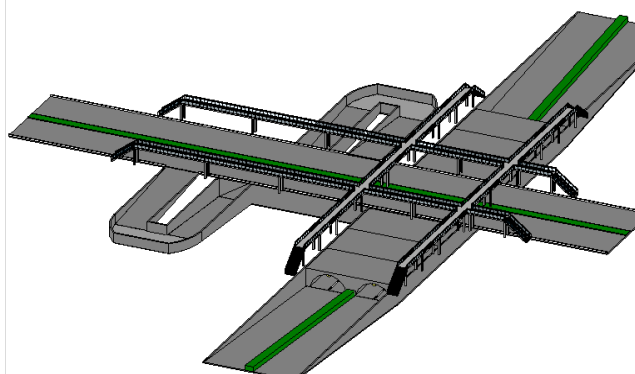


Рисунок 2 – модель транспортной развязки



Рисунок 3 – общий вид развязки А



Рисунок 4 – общий вид развязки Б



Рисунок 5 – архитектурно-планировочное решение развязки (вид сверху)

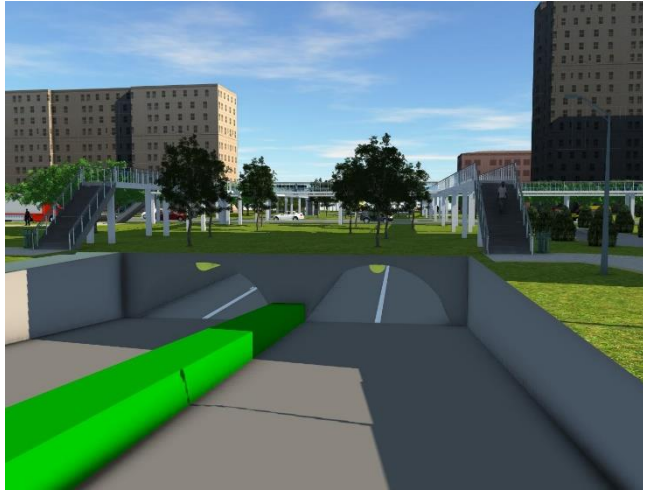


Рисунок 6 – общий вид портала

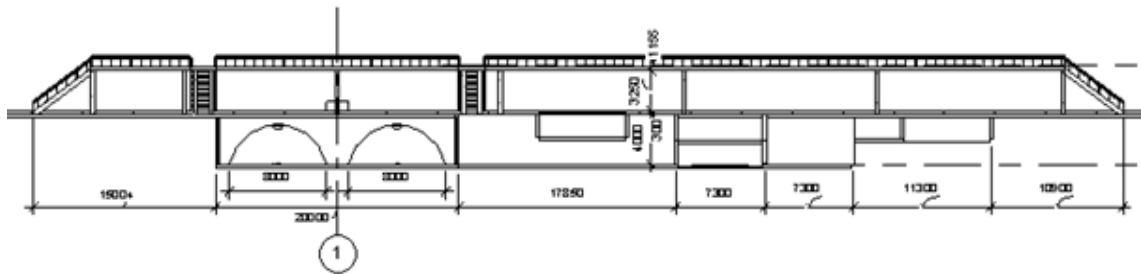


Рисунок 7 – архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

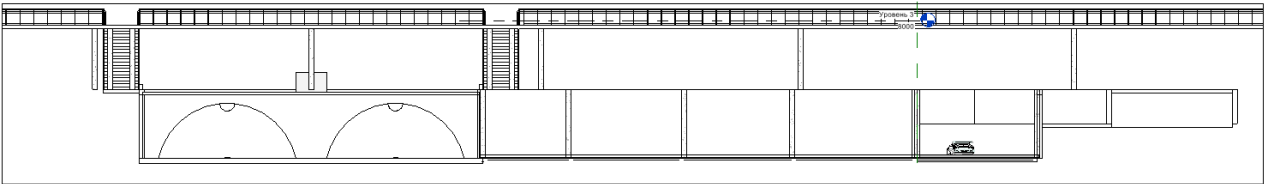


Рисунок 8 – архитектурно-планировочное решение (разрез 1-1)

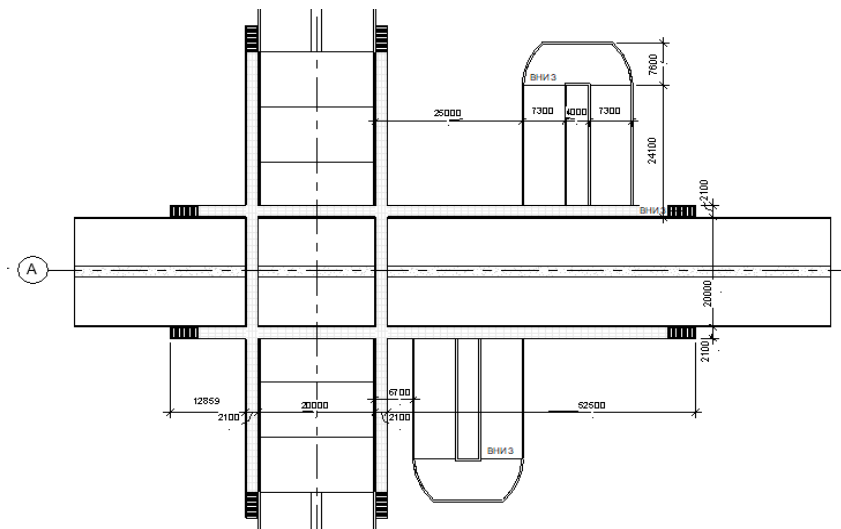


Рисунок 9 – архитектурно-планировочное решение (план площадки)

Концепция транспортной развязки состоит в одновременном соединении транспортного тоннеля с пересекающей улицей, а также системы пешеходных мостов. С пересекающей улицы запроектирован съезд в подземную часть, соединенную с тоннелем.

Так как перекресток является важной развязкой в данном районе, а также расположен в довольно плотной жилой застройке, при строительстве тоннеля рекомендуется использовать так называемый «миланский способ» (или траншейный). Данный метод строительства позволит в кратчайшие сроки восстановить движение транспортного потока.

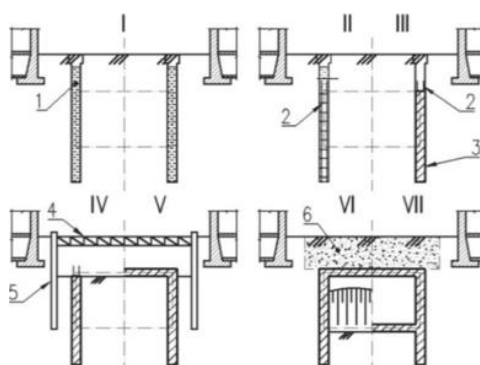


Рисунок 10 – этапы строительства тоннеля «миланским способом»

Суть метода заключается в том, что изначально строители возводят стены и перекрытия тоннеля, по которым восстанавливается движение, а уже после приступают к разработке грунтового ядра.

Литература:

1. Режим доступа: Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г. – Дата доступа: 10.04.2021.
2. Режим доступа: Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.– Дата доступа: 10.04.2021.

ГОТАРДСКИЙ БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ

*Кожедуб Павел Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)

Этот тоннель длиной 57 км является одним из самых длинных железнодорожных тоннелей в мире и образцом современных тоннельных технологий. Готардский базисный тоннель между Эрстфельдом и Бодио в Швейцарии пересекает гигантский горный хребет на высоте примерно 500 метров над уровнем моря (Рис. 1).



Рисунок 1 – Карта тоннеля

Оригинальная система безопасности обеспечивает быстрое и очень безопасное путешествие.

Около 2400 рабочих потратили более десяти лет на строительство двух проходов. 15 октября 2010 г. были завершены проходки основного тоннеля (Рис 2).

Прошло еще пять лет, прежде чем тоннель был оборудован железной дорогой и техникой безопасности. К октябрю 2015 года начались испытания и пробные операции с целью открытия Готтардского базового тоннеля в конце ноября 2016 года, что стало кульминацией 17-летнего планирования и

строительства. Вскоре до 50 пассажирских поездов будут курсировать по одному из двух основных однопутных тоннелей ежедневно с максимальной скоростью 250 км / ч. Кроме того, он может принимать до 260 грузовых поездов. Основные тоннели, соединенные поперечными тоннелями через каждые 325 метров, оборудованы дополнительными предохранительными и вентиляционными шахтами.



Рисунок 2 – Окончание работ по прокладке тоннеля

Технология управления железными дорогами и тоннелями, а также система противопожарной защиты полностью интегрированы в инфраструктуру тоннеля, обеспечивая безопасный проход через рекордно длинный тоннель. Технология отслеживает все передвижения, чтобы каждый пассажир благополучно и вовремя прибыл в пункт назначения.

Технология тоннелей находится под постоянным контролем. Команда контролирует все технические средства из Южного центра управления тоннелем (ТСС). 3 200 км силовых кабелей и 2 600 км кабелей передачи данных образуют «главные артерии» инфраструктуры безопасности: более 70 000 точек данных и более 200 000 датчиков регистрируют каждое изменение. Тоннель усеян управляющей электроникой и устройствами мониторинга, все подключенными к ТСС через оптоволоконные кабели. На северном портале есть резервный центр управления тоннелем, обеспечивающий максимальный уровень безопасности.

Освещение, пожарная и дымовая сигнализация, электроснабжение, пожаротушение, распознавание опасных материалов, вентиляция, системы экстренного вызова: в базисном тоннеле Готард работает автоматизированное обнаружение происшествий с использованием видео- и радиолокационных систем (Рис. 3).



Рисунок 3 – Схема тоннеля

Были разработаны и протестированы системы раннего предупреждения, основанные на последних инновациях в технологиях обнаружения. Комбинирование видеопотока с тепловизором - все события идентифицируются как можно скорее, даже до того, как поезд войдет в тоннель. Система отслеживает компоненты поезда, подверженные возгоранию, такие как колеса, тормоза, оси и двигатель, препятствия на путях, задымление или даже потерянный груз.

Специальная программа обработки изображений для камер наблюдения преобразует видеопоток проезжающего поезда в сегментированное двухмерное изображение. Впоследствии с помощью недавно разработанных алгоритмов из изображения создается 3D-модель. В тоннеле установлены интеллектуальные зоны и виртуальные барьеры, которые помогают автоматически вызывать тревогу при обнаружении каких-либо неисправностей. После этого система вентиляции автоматически переключается в предварительно определенный режим безопасности (Рис. 4).

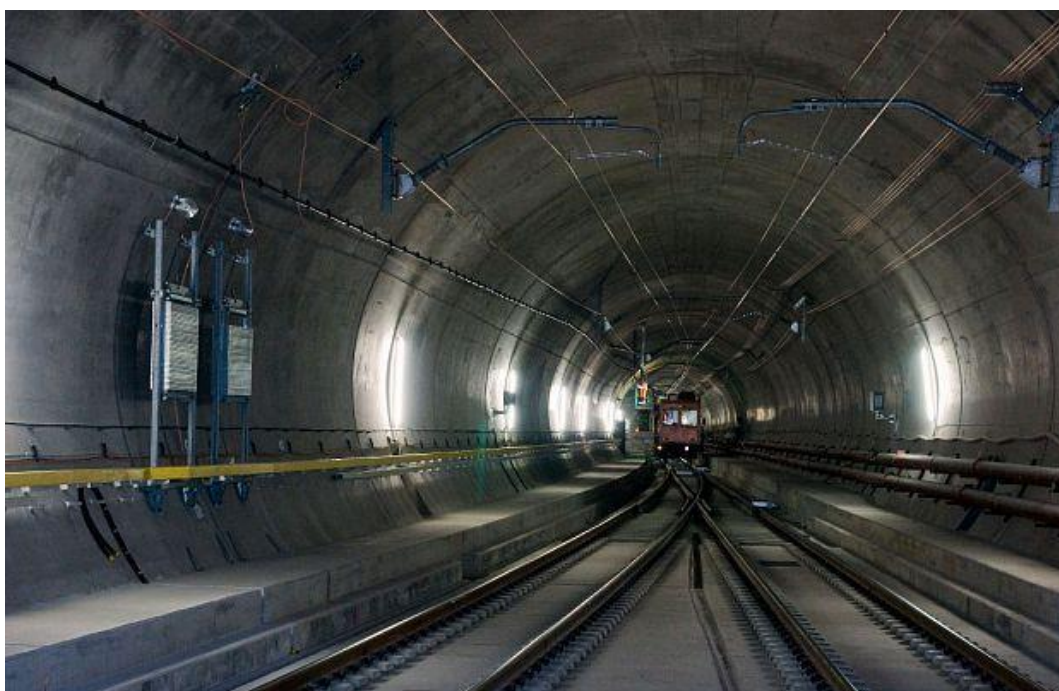


Рисунок 4 – Система слежения в тоннеле

Противопожарная защита в тоннеле.

В одном из самых длинных железнодорожных тоннелей в мире есть две многофункциональные станции мониторинга по 600 метров. Поскольку дым представляет собой особую опасность в тоннеле, система оснащена многочисленными датчиками, контрольными устройствами и регуляторами, подключенными к двум центрам управления с помощью оптоволоконных кабелей. В случае возникновения пожара, несмотря на принятые меры

безопасности, передовая система видеонаблюдения и обнаружения дыма обнаруживает возгорание как можно быстрее. Он также предоставляет ценную информацию о характеристиках дыма и обнаруживает любые другие изменения в тоннеле. Система видеонаблюдения обнаруживает дым в течение 10-20 секунд. Система обнаружения тепла поддерживает датчики дыма и видеокамеры, которые могут быть покрыты дымом в случае пожара, за счет точного указания местоположения, направления распространения и размера пожара (Рис. 5).

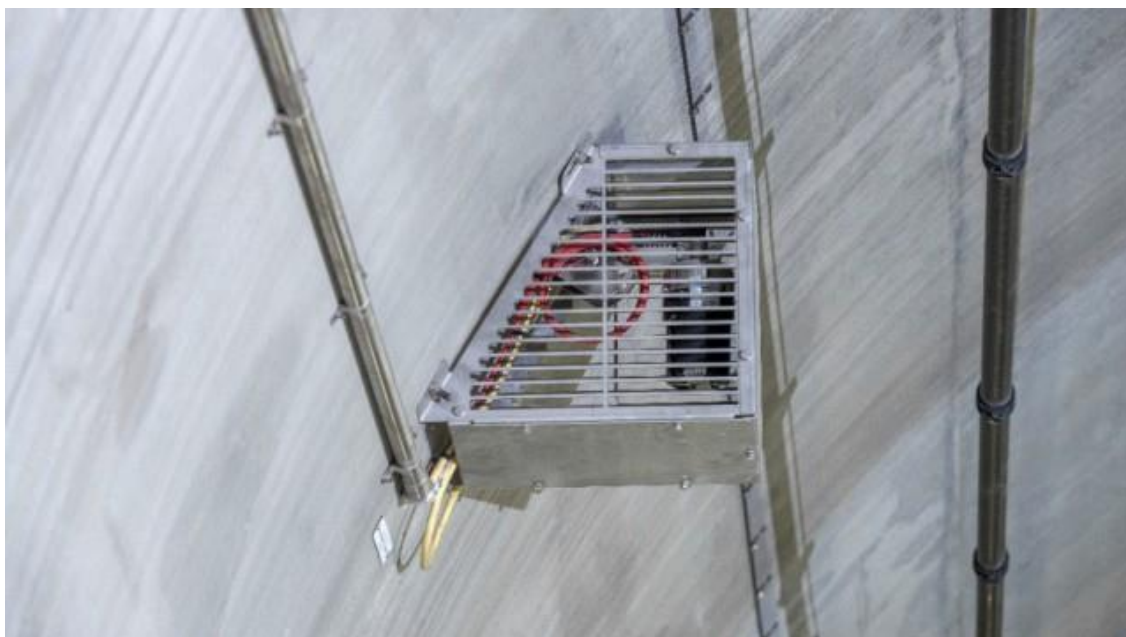


Рисунок 5 – Датчик обнаружения задымления

Система с более чем 2 000 км проложенных кабелей и более 1 200 мониторами является одной из самых эффективных линейных систем раннего предупреждения на рынке. Сенсорная технология, не требующая технического обслуживания, полностью защищенная от грязи, пыли, влаги, агрессивных сред, электромагнитных полей и радиоактивного излучения, обеспечивает максимально возможный уровень защиты. Обнаружение пожара в тоннеле осуществляется с помощью трех систем мониторинга и прямого контроля вентиляционных заслонок в случае неизбежной эвакуации. Данные оцениваются и записываются системой управления за считанные миллисекунды; при этом история событий также отслеживается, чтобы можно было оптимизировать параметры запуска. Провода датчиков контролируют стену и пол тоннеля на предмет каких-либо предупреждающих знаков. Усиленный корпус защищает их от воды и механических воздействий. Кроме того, тепловизионные камеры и детекторы дыма постоянно проверяют температуру и воздух на предмет наличия частиц дыма. Чтобы защитить их от суровых условий тоннеля, их помещают в клетки, специально разработанные для Готардского базисного тоннеля.

Литература:

1. Информационный портал о подземном строительстве «Подземный эксперт» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://undergroundexpert.info>. — Дата доступа: 11.12.2016.
2. Российский издательский дом «Коммерсантъ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kommersant.ru>. — Дата доступа: 01.06.2016.
3. Официальный сайт конгломерата Siemens [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://new.siemens.com>. — Дата доступа: 15.05.2016.

РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫЙ ТОРГОВЫЙ КОМПЛЕКС НА ВНУТРЕННЕЙ СТОРОНЕ АЭРОПОРТА ЧАНГИ

*Кудравец Владислав Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Ежедневно во всем мире совершаются десятки, а то и сотни тысяч полетов в разные уголки нашей планеты и людям легко упустить из виду ту огромную роль, которую играет инфраструктура аэропорта в их повседневной жизни.

Ярким примером хорошо сбалансированного архитектурного проекта является аэропорт Jewel Changi. (Рис.1).



Рисунок 1 – аэропорт Jewel Changi

Jewel Changi Airport – новый торгово-развлекательный комплекс на территории аэропорта Сингапура Чанги. Это сооружение было разработано канадско-израильским архитектором Моше Сафди.

Огромный стеклянный купол предоставляет 134 000 квадратных метра торговых, развлекательных и обеденных площадей как для пассажиров, так и для местных жителей, что является незаурядной попыткой сделать аэропорт общественным пространством и частью городской жизни. Расплющенный сфероид, состоящий из пяти этажей, имеет ямку в центре, в которой расположился самый высокий в мире искусственный крытый водопад. (Рис. 2). В дизайне Моше Сафди реализовано футуристическое видение незастроенного купола Перейры и Лакмана, модифицированного для азиатского контекста, в котором сочетается непревзойденная архитектура и многофункциональность – у

этого чуда инженерной мысли под стеклянным куполом смогли разместиться 280 магазинов и ресторанов, зоны отдыха и аттракционы, отель и дизайнерские инсталляции, долины, леса и цветущие сады, 2500 деревьев и 100 000 кустов со всего света.



Рисунок 2 – крытый водопад Rain Vortex

В таком огромном комплексе есть всё от модных бутиков до природного парка. Поэтому отдых, в перерыве между перелетами, порадует как заядлого шопоголика, так и ценителя природы.

Литература:

1. Сайт Jewelchangiairport [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jewelchangiairport.com/> – Дата доступа: 23.04.2021.

ПЕРВЫЙ В МИРЕ ТОННЕЛЬ ДЛЯ КОРАБЛЕЙ

*Кудравец Владислав Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Автомобильным тоннелем, который проходит через горный массив, уже никого не удивишь. Поэтому немного поговорим о первом в мире тоннеле для судов, строительство которого должно начаться в Норвегии в 2022 году. (Рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Тоннель Stad



Рисунок 2 – План тоннеля

Полуостров Стад, расположенный на границе Норвежского и Северного морей, является одним из самых опасных районов для судоходства и считается одним из основных препятствий на пути скоростных пассажирских перевозок вдоль побережья. Норвегия планирует построить первый в мире тоннель для кораблей 1 700 метров (5 610 футов), проложенный через часть скалистого полуострова.

Каждый конец тоннеля Stad будет обрамлен порталом, спроектированным архитектурной студией Snøhetta. Студия разрабатывает дизайн, который обеспечил бы благотворное визуальное воздействие, а также гармонировал бы с окружающей средой. Для создания входных стен тоннеля будет использован обработанный и обточенный камень. Над тоннелем также планируется строительство смотровой площадки. (Рис. 3). Для освещения внутренней части тоннеля будут использоваться светодиодный свет, который также послужит навигацией для судов. (Рис. 4).



Рисунок 3 – Смотровая площадка над тоннелем



Рисунок 4 – Вид тоннеля изнутри

Литература:

1. Сайт Marineinsight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marineinsight.com/shipping-news> – Дата доступа: 24.04.2021.

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА

*Кудравец Владислав Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор)

Динамичное развитие строительной отрасли стимулирует появление на рынке все более современных добавок для бетона. Добавки представляют собой продукт с различным химическим строением и свойствами. Эти вещества в небольших количествах добавляются в бетонную смесь и взаимодействуют с ее компонентами, обеспечивая желаемый эффект. В результате модифицированный бетон имеет улучшенные характеристики, которые положительно отражаются в конструктивных возможностях.

Добавки для бетона могут быть как органическими, так и неорганическими. Те, которые изменяют более чем одну функцию, называются многофункциональными добавками. При использовании более чем одного типа добавок важно помнить об их взаимном влиянии. Перед приготовлением бетонной смеси необходимо проверить совместимость добавок и эффективность их действия с цементом.

Добавки классифицируются по их функциям. (Рис.1). Существует несколько различных классов химических добавок:

- пластифицирующие,
- разжижающие,
- воздухововлекающие,
- повышающие вязкость,
- ускоряющие реакции связывания и твердения,
- замедляющие (замедляющие скорость схватывания),
- герметизирующие.



Рисунок 1 – виды химических добавок

Основными факторами, определяющими выбор химического состава для бетона, являются экономический аспект, то есть стоимость модификаций с использованием добавки, и технологический аспект, то есть оценка простоты использования и влияние добавки на условия процесса.

Добавки для бетона в настоящее время являются самой быстрорастущей группой продуктов строительной химии. Благодаря исследованиям и разработкам этих веществ бетон становится современным многофункциональным материалом. Его измененные свойства позволяют реализовать множество интересных проектов строительных конструкций, которые до сих пор оставались только в воображении архитекторов.

Литература:

1. Сайт Constructionreviewonline [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://constructionreviewonline.com/concrete/concrete-additives/> – Дата доступа: 25.04.2021.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЦИРВОЙ И ГОРОДОМ НОВЕ-СВН ФЛОРЕАНО, РАЙОН ТРЕВИЗО, ИТАЛИЯ

*Купраш Илья Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, было выбрано два города в Греции – Kandila и Perivolia, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать Автодорожный тоннель и спроектировать портал.(Рис.1, 2)



Рисунок 1– Карта существующих дорог



Рисунок 2 – Генеральный план и запроектированный тоннель

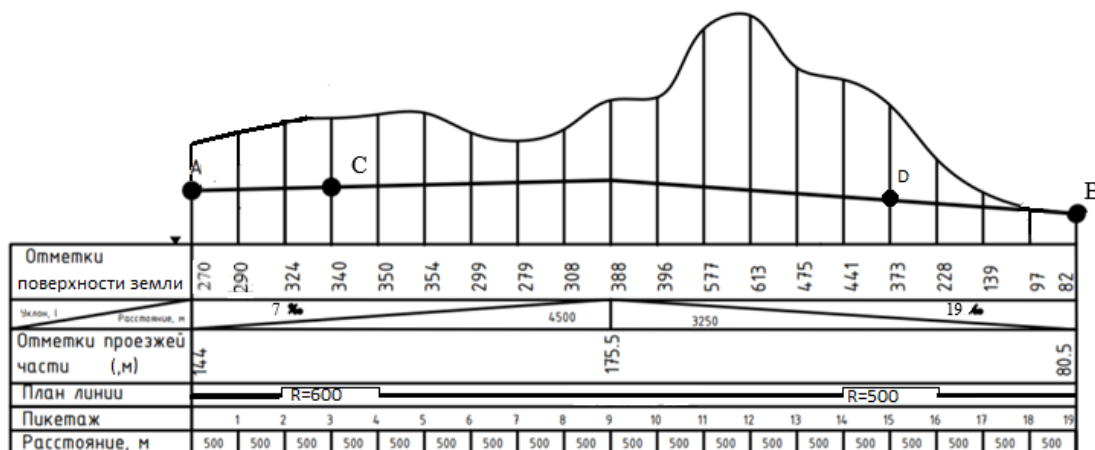


Рисунок 3 – Продольный профиль

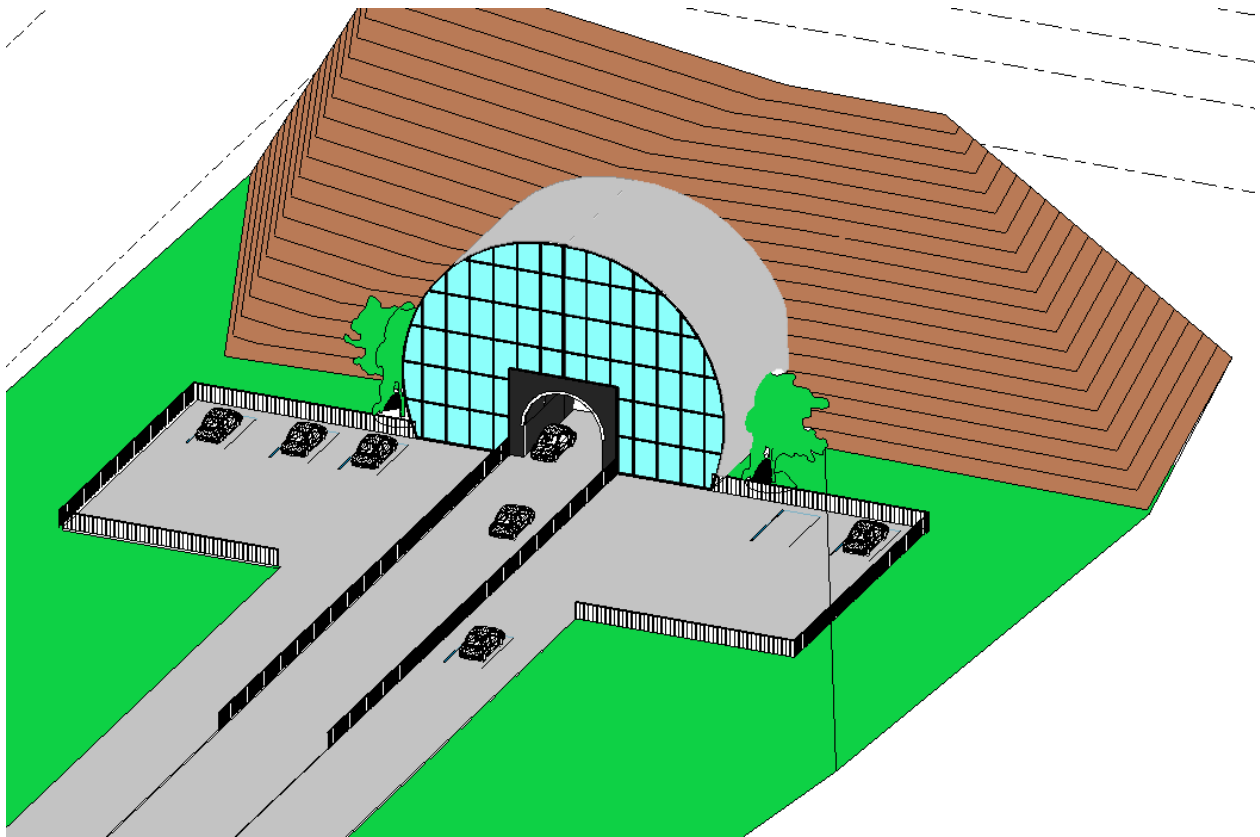


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала (точка А)

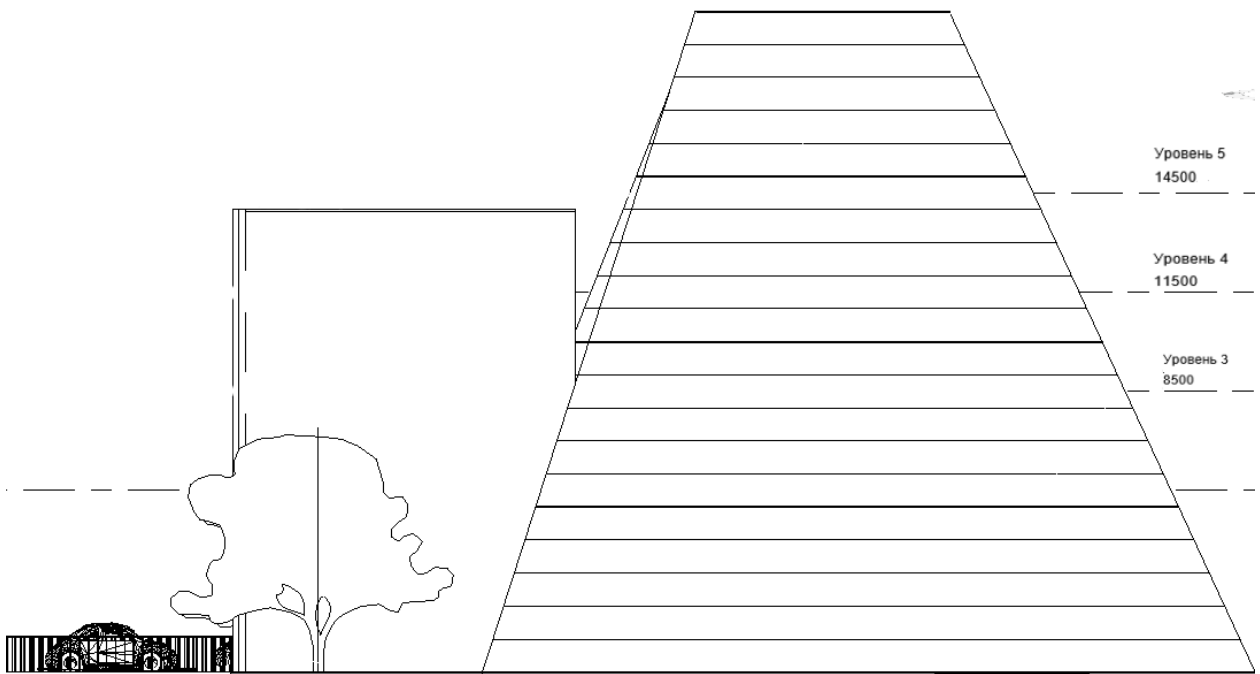


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад – восточный)

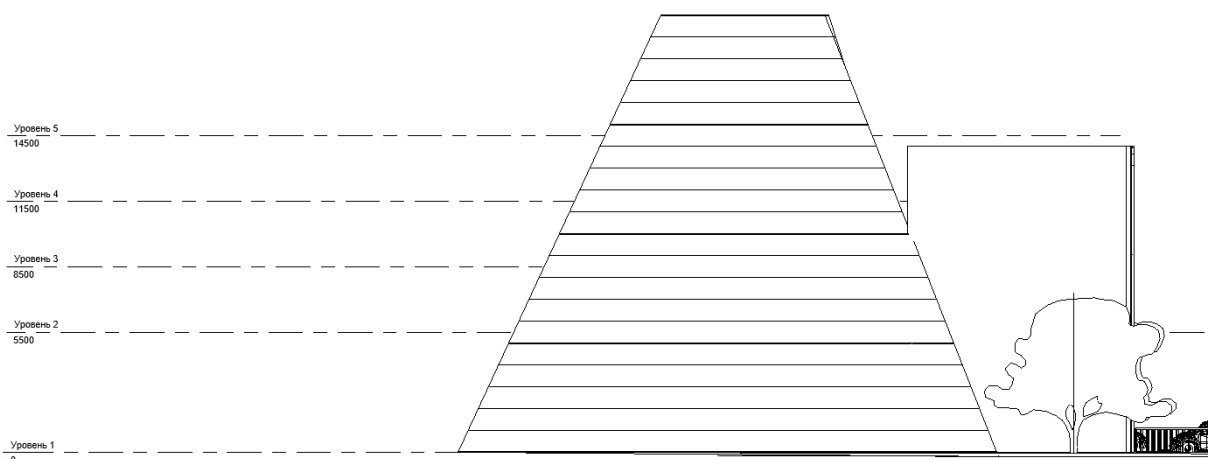


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад – западный)

При горных способах проходки тоннелей и изучения породы проходят под защитой временной крепи и с использованием ручных инструментов и механизмов, а также буровзрывных работ. (Рис.7)

Хочу тут предложить использовать буровзрывной способ. Это один из современных способов строительства горных тоннелей. Забой оборудуется выемками, в которые закладывается взрывчатое вещество, которое и разрушает породу. Есть два больших плюса, такой способ увеличивает скорость проходки и обеспечивает выюкий уровень труда. Однако есть и минусы, взрывная волна нарушает целостность окружающего горного массива, увеличивает переборы и объем разрабатываемой породы. (Рис.8)



Рисунок 7 – Буровзрывная установка

По последовательности проходки горной выработки и особенностями устройства тоннельной конструкции горные способы строительства тоннелей делятся на:



Рисунок 8 – способы строительства тоннеля

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Компаниец С.А., Поправко А.К., Богородецкий А.А. «Проектирование тоннелей». М., Транспорт, 1973.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДАМИ GIORNICO И ACQUAROSSA, ШВЕЙЦАРИЯ

*Лавор Артём Андреевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется запроектировать тоннель между городами Giornico и Acquarossa с целью быстрого передвижения автомобильного транспорта из одного населенного пункта в другой. Принято решение спроектировать односкатный автодорожный тоннель с двумя полосами движения в обе стороны, общая протяженность 10км. В связи со сложными геологическими условиями в тоннель имеет 2 угла поворота. Портал, находящийся в городе Giornico, будет совмещен с многофункциональным комплексом.



Рисунок 1 – Генеральный план

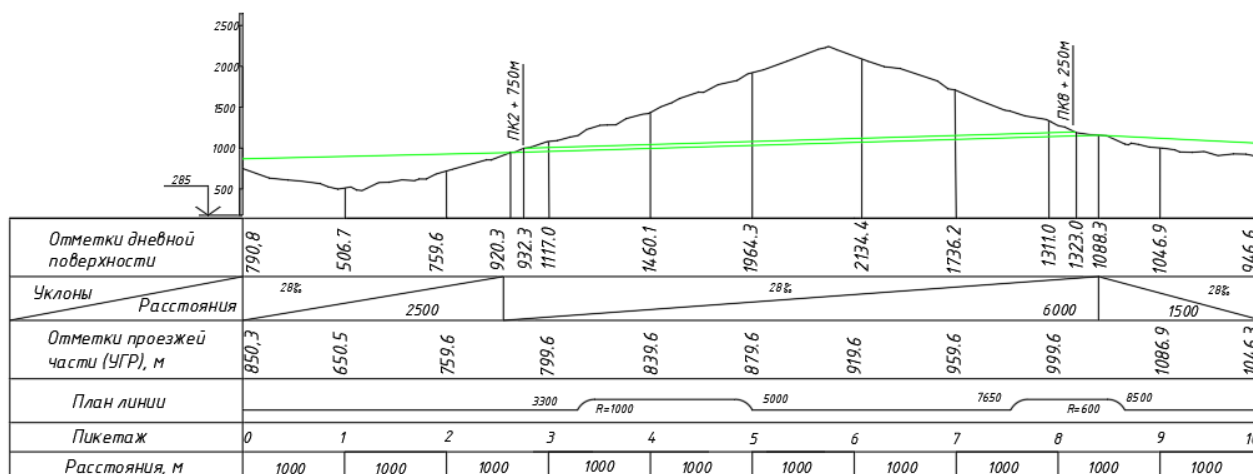


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля



Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное решения портала в точке А

Особенностью данного проекта является использование Гомеостатического фасада (Рис. 4).

Гомеостатическая фасадная система имеет двухслойную стеклянную фасадную систему, которая открывается и закрывается в ответ на внутреннюю температуру здания. «умные» материалы регулируют климат в здании, так же как многие организмы поддерживают свою температуру посредством гомеостаза.

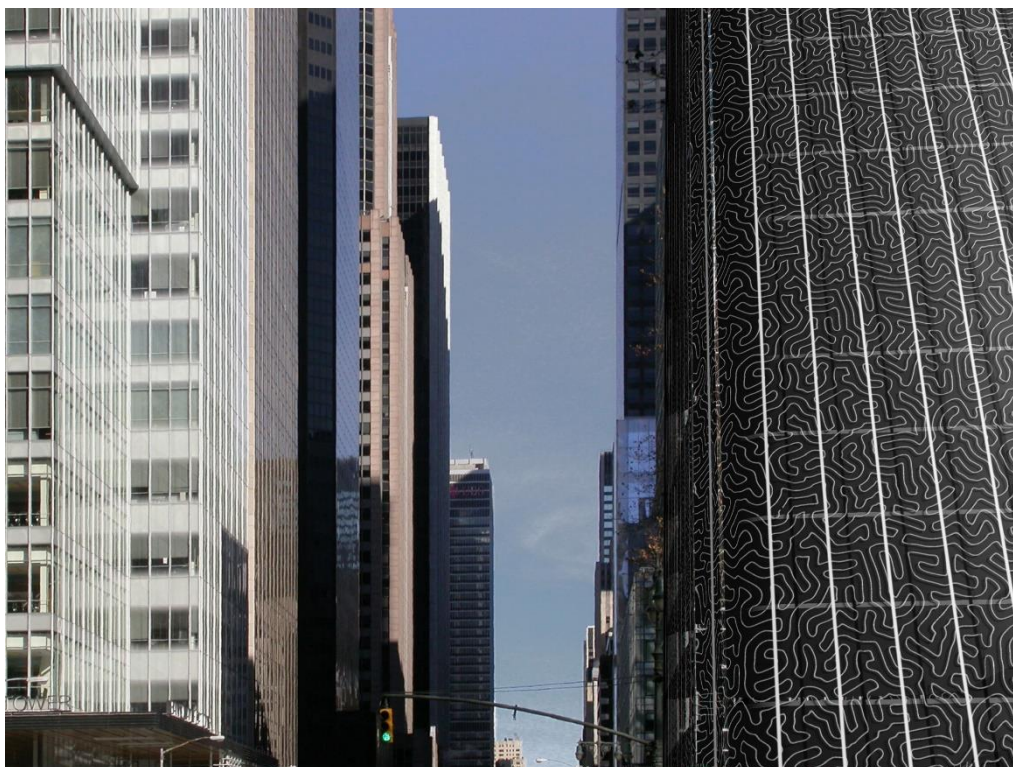


Рисунок 4 – Пример Гомеостатического фасада

Фасад похож на окно с закрученными линиями. Это ленты из эластомера, обернутые вокруг гибкого полимерного сердечника. Серебряное покрытие на эластомере распределяет электрический заряд по его поверхности, вызывая деформацию. Когда солнечный свет нагревает внутреннюю часть здания в течение дня, эластомер расширяется, создавая тень внутри здания. Когда здание охлаждается, происходит сжатие, позволяющее большему количеству света проникать внутрь сооружения.

Литература:

1. Пастушков Г.П., Кузьмицкий В.А., Пастушков В.Г., Оляк В.Ю., Кузьмицкий Д.В. Проектирование тоннелей, сооружаемых горным способом //—2005 С.96
2. Homeostatic Façade [Electronic resource].—Mode of access: <https://technologyinarchitecture.com/>.— Date of access: 22.10.2018.

ОБРУШЕНИЕ ЭСТАКАДЫ МЕТРО В МЕХИКО

*Лаппо Екатерина Ивановна, Мартинович Илья Сергеевич,
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научные руководители – Костюкович О.В. старший преподаватель,
Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В ночь с 3 на 4 мая в городе Мехико произошло обрушение эстакады на участке линии № 12 метро. Обрушение прошло во время проезда поезда. По информации из новостей произошло это из-за того, что одна из балок не выдержала, после выхода её из строя соседняя балка также рухнула, по этой причине два вагона потерпели крушение.



Рисунок 1 – Фотография с места происшествия

Так как балка состояла из 2 частей, соединены они были сварным швом, который находился в центре пролета, то эксперты, прибывшие на место предположили, это и была причина обрушения конструкции.

Год ранее проводился плановый обследования конструкции, при котором не было обнаружено существенных дефектов и состояние было признано удовлетворительным.

Дефект - это каждое несоответствие конструкции установленным требованиям, нормам, стандартам, которые возникли на стадии ремонта и монтажа.

Таким образом проанализировав данное происшествие, могу предположить, что для избежание подобных ситуациях в стране должно происходить более частое обследование мостовых сооружений, хотя бы раз в квартал мостовым мастером. Так же стоит отметить, что качество сварных швов не было в надлежащем виде, их качество зависит от: качества материала, оборудования для сварочных работ и режима сварки. Для определения качества шва нужно знать, что плотность материала в самом шве и рядом должна быть одинакова и не иметь разрывов.

Литература:

1. Новостной сайт [Электронный ресурс]— <http://stalevarim.ru/pub/kachestvo-svarochnyh-shvov-opredelenie-i-kontrol/>.
2. Новостной сайт [Электронный ресурс]— politoff.ru/pribor-dlya-izmereniya-deformatsii-sdvig/
3. Новостной сайт [Электронный ресурс]— bisalmaz.ru/pribory_dlya_opredeleniya_deformacij_i_treshhin.html.

БЕТОН, УЛАВЛИВАЮЩИЙ УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ИЗ АТМОСФЕРЫ

Лимонт Александр Витальевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Бетон хоть и является распространенным строительным материалом, но он также сильно влияет на изменение климата. Спрос на бетон уже является источником почти 10 % глобальных выбросов парниковых газов, и эти цифры будут расти. Стремясь разорвать эту связь компания CarbonBuilt продвигает революционную технологию Reversa, которая экономически эффективно включает выбросы CO₂ из промышленных источников (например цементные, биоэнергетические и газовые заводы) в бетон, сокращая выбросы более чем на 50% по сравнению с традиционным бетоном. Благодаря широкому распространению он может обеспечить сокращение выбросов CO₂ в гигантском масштабе.



Рисунок 1 – Бетон, улавливающий углекислый газ

Этот революционный процесс предотвращает попадание выбросов углекислого газа в атмосферу, сохраняя их в бетоне навсегда.

Основная технология CarbonBuilt была разработана в Калифорнийском университете в Лос-Анжелесе (UCLA). Во главе с Гауравом Сэнтон команда университета концептуализировала потенциал решения проблемы изменения климата путем внедрения промышленных выбросов CO₂ в бетон экономически рентабельным способом.

Процесс Reversa компании CarbonBuilt включает инновации, снижающие выбросы CO₂, как в конструкции бетонной смеси, так и в процессе ее отвердевания. Что касается рецептуры, вводится портландит (также известный как гидроксид кальция), сокращается использование традиционного цемента и увеличивается использование отходов, таких как летучая зола. Затем бетон формируется с использованием тех же процессов и оборудования, которые используются сегодня. После формования бетон твердеет с выбросами CO₂, используя процесс, который не требует дорогостоящего улавливания, сжатия или очистки CO₂.

Литература:

1. “Carbonbuilt”- URL: <https://www.carbonbuilt.com/>
2. Бетон из углекислого газа -URL: <http://greenevolution.ru/2014/04/24/beton-iz-uglekislogo-gaza/>
3. Новые технологии по производству бетона: - URL <http://nerud-the.ru/new-technology/>

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ХУАННАНЬ (ТИБЕТСКИЙ ОКРУГ) И ГОРОДОМ СЮНЬХУА (САЛАРСКИЙ УЕЗД), КИТАЙ

Лозюк Анастасия Николаевна, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Заданием научной работы стоит проект тоннеля под горой между двумя городами, чтобы сократить транспортное сообщение между ними. Решено запроектировать автодорожный тоннель длиной 17,5 км, включающий 2 поворота, один с радиусом закругления 1 км, второй-1,5 км. (Рис.1). Продольный профиль местности представлен на (Рис.2).

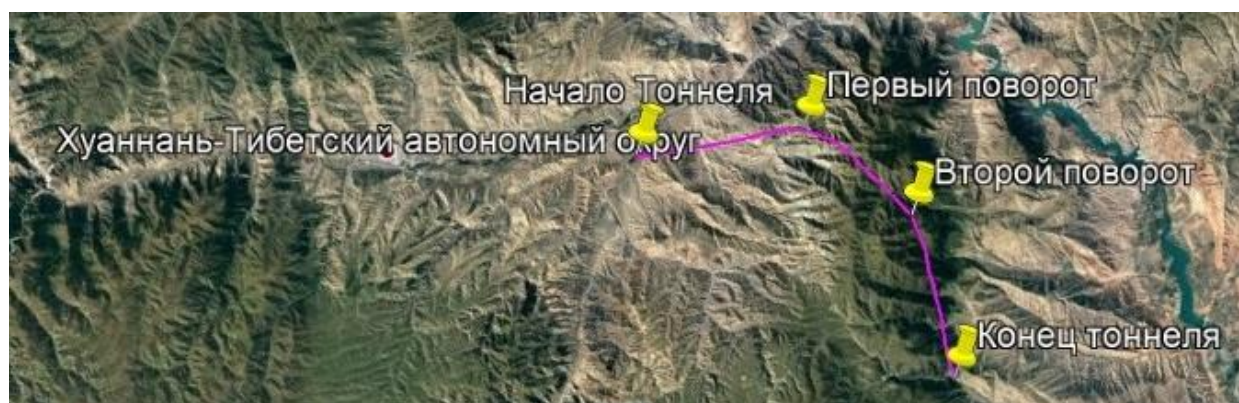


Рисунок 1 – План местности

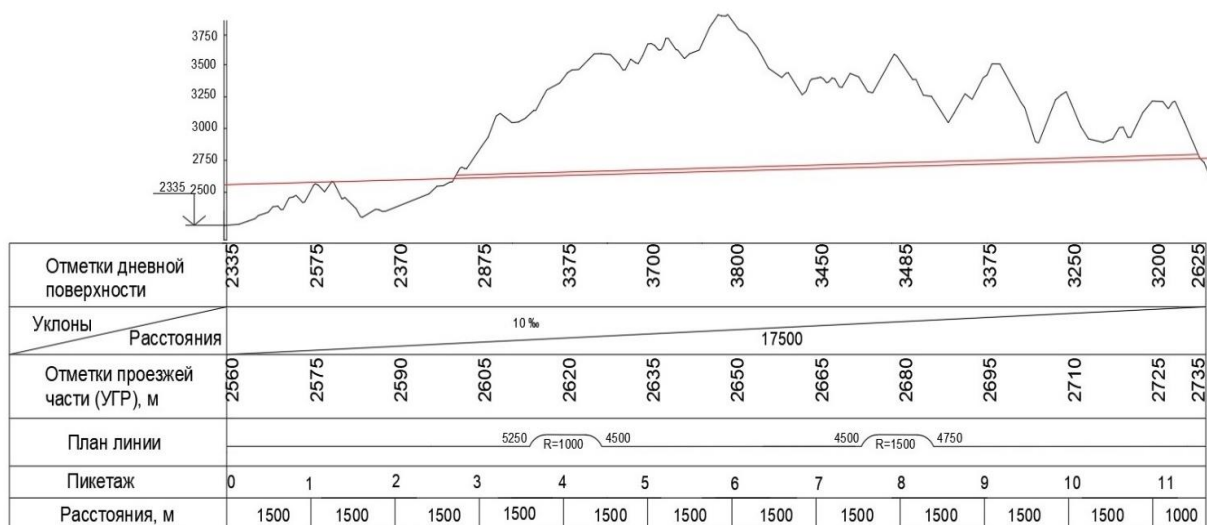


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

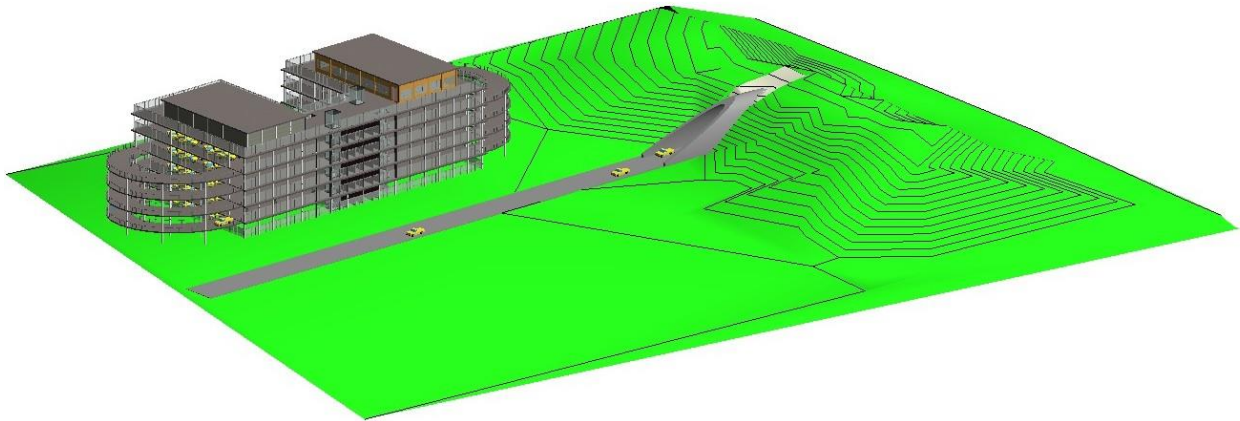


Рисунок 3 – Многофункциональный комплекс и въезд в тоннель

В тоннеле предлагается использование инновации- пьезоэлектрические ткани. Пьезоэлектрическая ткань (Рис.4) генерирует энергию с помощью проезда автомобилей в тоннеле, которые во время своего движения создают сильные потоки ветра. Ткань сделана из специальных панелей, которые оснащены тысячами подвижных пластин, колеблющихся от движений воздушных масс в тоннелях и, таким образом, генерирующих электроэнергию.

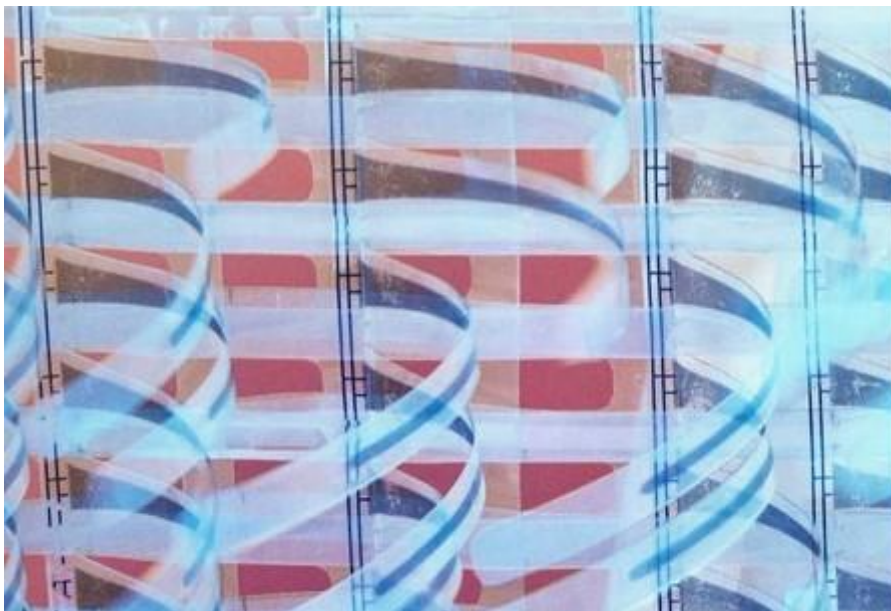


Рисунок 4 – Пьезоэлектрическая ткань

Полученная таким образом энергия может использоваться для освежения тоннеля или передаваться в многофункциональный комплекс, размещенный возле въезда в тоннель.

Таким образом, проект сокращает транспортное сообщение, а с помощью инновационной ткани может генерировать энергию.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Матвеевко Александра Сергеевна, студент 2-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Бондаренко С.Н., канд. хим. наук, доцент)

Строительные материалы из древесины имеют природное происхождение, свойства которых после распиловки или остружки не отличаются от свойств сырья.

Лесоматериалы (лесовые сортименты) – это материалы из древесины, сохранившие природную структуру и химический состав. Они подразделяются на обработанные и необработанные.

Необработанные, или круглые лесоматериалы представляют собой очищенные от ветвей и распиленные на требуемую длину стволы деревьев и являются продукцией лесозаготовительной промышленности (Рис. 1).



Рисунок 1 – Круглые лесоматериалы

Обработанные лесоматериалы получают из круглого леса не изменяя свойств и природной структуры древесины.

Такое деление не совсем точно, поскольку в категорию строительных материалов из древесины так же относят древесину, которая прошла сложную технологическую обработку. К ней относится химическая, физико-механическая, термическая и другие обработки.

В дорожном и аэродромном наиболее широко используют хвойные породы. Это связано с их высокими техническими свойствами и широким распространением.

Древесина хвойных пород отличается от лиственных, меньшей плотностью и меньшими усилиями на обработку. Для строительства чаще используют ель, сосну, лиственницу, пихту и кедр.

Ель относится к спелодревесной породе. Ее используют в строительстве из-за большого распространения, хотя она трудно обрабатывается из-за множества сучков, плохо пропитывается и менее смолистая, чем сосна, следовательно, быстрее загнивает.

Сосна – ядровая порода, с мягкой, легкой, упругой и хорошо колющейся древесиной. Ее применяют в мостостроении для изготовления досок, столбов, опалубки, шпал и т.д.

Лиственница относится к ядровой породе. Ее древесина мало коробится и трескается при высыхании, не страдает от насекомых, противостоит загниванию, хорошо сохраняется на воздухе и под водой. Применяется в мостостроении и гидротехническом строительстве.

Пихта – спелодревесная безъядровая порода. Ее древесина отличается мягкостью, она слабее, чем у остальных хвойных пород. Это одно из самых легких деревьев.

Кедр – ядровая порода, отличается мягкостью и достаточной прочностью. По своим характеристикам древесина кедра близка к сосне.

Изделия из древесины. В зависимости от сорта и размеров, бревна применяют для таких элементов, как сваи, стойки, фермы, настилы и подпорные стены. Эти бревна получают в основном из хвойных пород и называют строительными бревнами.

Пиломатериалы получают из хвойных и лиственных пород путем их продольной распиловки. Они делятся на пластины, доски, бруски, шпалы, горбыли и др.

Доски или брусья определенных размеров, с установленными припусками на механическую обработку и сушку, представляют собой полуфабрикаты и заготовки. К ним относят шпунтованные доски для полов и плинтусы.

Фанера представляет собой тонкий листовой материал, который получают склеиванием древесного шпона во взаимно перпендикулярном направлении волокон. Шпон получают из таких пород как береза, дуб, ольха, сосна.

Древесноволокнистые плиты получают с помощью горячего прессования или сушки массы из древесного волокна (Рис. 2). Сырьем служат отходы лиственных и хвойных пород, стебли некоторых сельскохозяйственных пород, например пшеницы и хлопчатника.



Рисунок 2 – Древесноволокнистые плиты

Древесностружечные плиты получают горячим прессованием специально подготовленной древесной стружки с добавкой полимеров. Сырьем служат отходы лесопиления и деревообрабатывающих производств.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3560546/page/2/> – Дата доступа: 28.04.2021
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bntu.by/images/stories/sf/kaf/TBСM/lek4.pdf> – Дата доступа: 28.04.2021

СОВРЕМЕННАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ В ЦЗЯСИНЕ

*Монид Анатолий Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Студия MAD из Китая, основателем которой является Ма Сун, представила проект ж/д вокзала, который будет построен на месте старой станции в г.Цзясин, она была разрушена во время 2-й японско-китайской войны. Построена она была в 1907 году и разрушена в 1937 году. Архитекторы взяли главную задачу реконструкции исторического здания, а только затем строительство дополнительных объектов, как залы ожидания, остановки и т.д.

Станции Китая и их создатели все время соревнуются в величине. Их возвышают, как дворцы или как высшую архитектурную ценность. Вместо типичной большой станции, работники студии решили создать красивую и максимально простую для их пользователей среду, упорядочить все транспортные развязки и маршруты. Проект станции можно наблюдать на рис. 1.



Рисунок 1 – Железнодорожная станция в г.Цзясинь

Старую станцию планируют превратить в Исторический музей железной дороги, а в дополнение к ней построят огромные торговые районы, которые будут находиться под землей. Парк, находящийся сверху будет соединен с ними. В общую структуру будут объединены трамваи, метро, автобусы, автостоянки.

Будет построена площадь к югу от станции для проведения различных мероприятий.

Строительство объекта началось в 2019 году, конец планируется к июлю – августу 2021 года.

Станция будет расположена в лесу, при строительстве деревья тронуты не будут, они являются одной из главных частей проекта (Рис. 2). Площадь всего проекта составляет 35.4 га.



Рисунок 2 – Совмещение железнодорожной станции с флорой

Литература:

1. Сайт admagazine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/architecture/byuro-mad-postroit-sovremennuyu-zheleznodorozhnyuyu-stanciyu-v-czyasine> – Дата доступа: 29.04.2021

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ПОСЁЛКОМ МАЦУКАВА И ГОРОДОМ МИНАМИАРУПУСУ, ПРЕФЕКТУРА ЯМАНАСИ, ЯПОНИЯ

*Мороз Андрей Павлович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требуется спроектировать тоннель под горой между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. Было принято решение запроектировать автодорожный тоннель с 2-мя полосами движения общей протяжённостью 43,30 км, включающий 2 поворота радиусом 6800 м (Рис. 1 и 2).

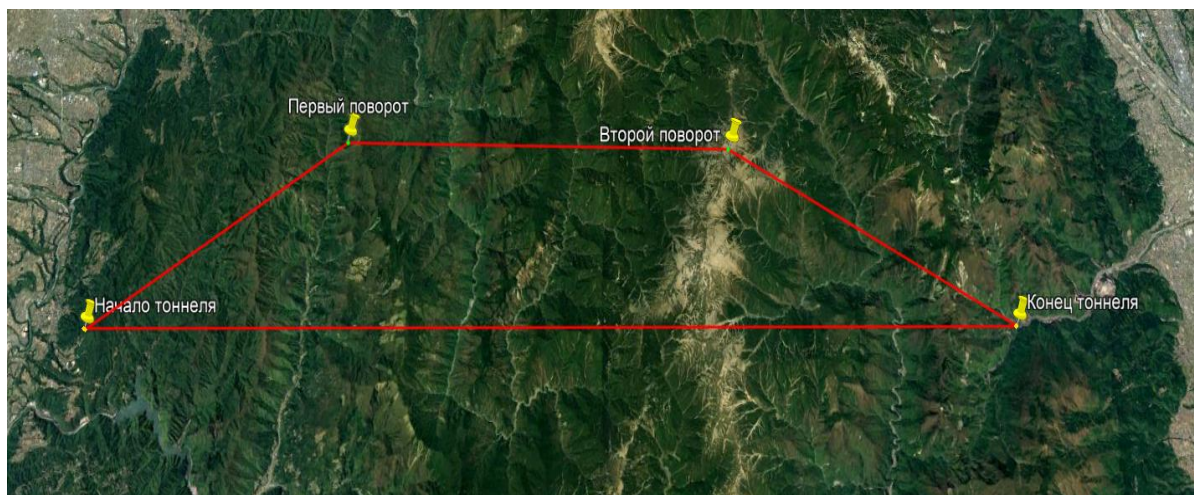


Рисунок 1 – План местности

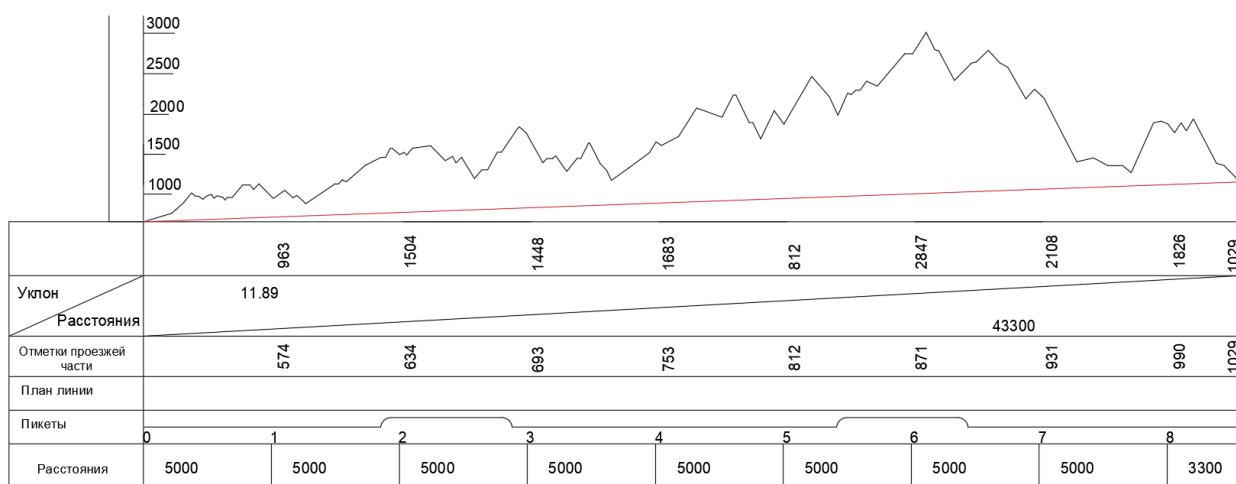


Рисунок 2 – Профиль тоннеля

Для строительства многофункционального комплекса (Рис. 3) была применена инновационная технология использования строительных экзоскелетов (Рис. 4). Использование экзоскелетов позволяет улучшить производительность рабочего состава, уменьшая нагрузку на рабочих во время проведения работ. Они уменьшают шанс получить травму на строительной площадке и позволяют эффективнее выполнять трудную работу.

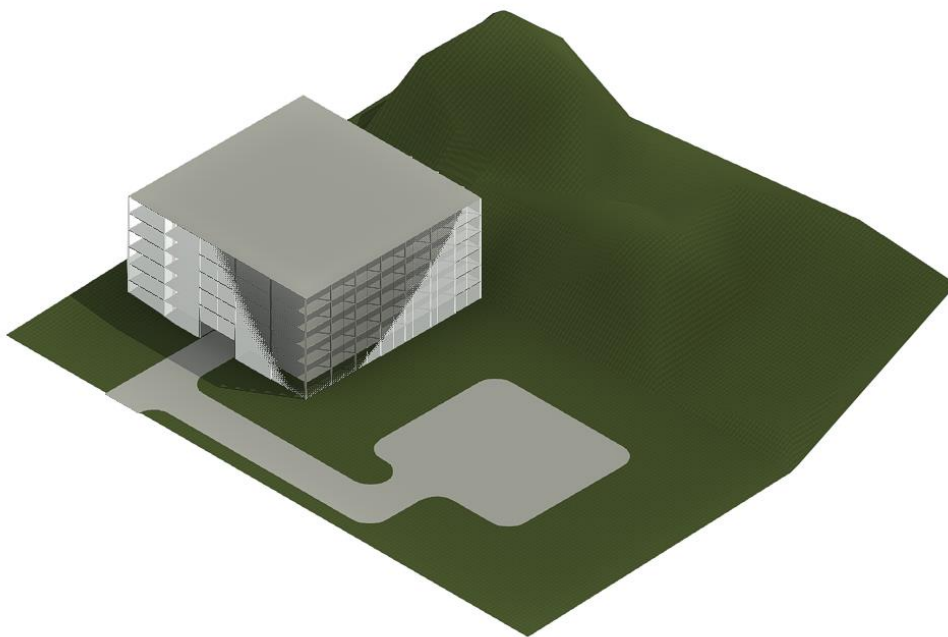


Рисунок 3 – Перспектива портала тоннеля



Рисунок 4 – Экзоскелет Hilti EXO-01

Данная модель является пассивным экзоскелетом, который не требует топлива или поздарядки. В нем нет приводов и нет использования кабелей, весь вес с рук переносится на торс с помощью системы троссов. Модель довольно компактна и не увеличивает значительный размер работника, что позволяет работать в нем в стеснённых условиях. Независимые исследования показали, что экзоскелет уменьшает пиковую нагрузку на мышцы и разгружает плечи до 47%.

Используемый многофункциональный комплекс вмещает в себя множество помещений разного назначения: развлекательные (игровые залы для детей, кинотеатр, игровые залы с настольными играми как настольный теннис и бильярд), пищевые (рестораны, кафе, столовые), гипермаркет, помещения, выделенные под частные магазины разной тематики и т.д.

Данный проект решает проблему транспортного сообщения, а также даёт возможность занимательного и полезного времяпровождения для жителей данных двух населенных пунктов.

Литература:

1. Строительный Экзоскелет <https://getsiz.ru/ekzoskelety-hilti.html> Дата доступа: 20.01.2021
2. Гугл карты – <https://www.google.com/maps/> – Дата доступа: 28.05.2021.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ВАЛДАЛЕН И ВОЛЛ (НОРВЕГИЯ)

*Нестерович Любовь Юрьевна, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Для упрощения транспортного пути в районе двух городов Норвегии был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля. Новая подземная транспортная траншея приведет к улучшению транспортной системы в регионе, также компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут. (Рис. 1).



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 27 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 1.6%. Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 80-100км/ч. (Рис. 2).

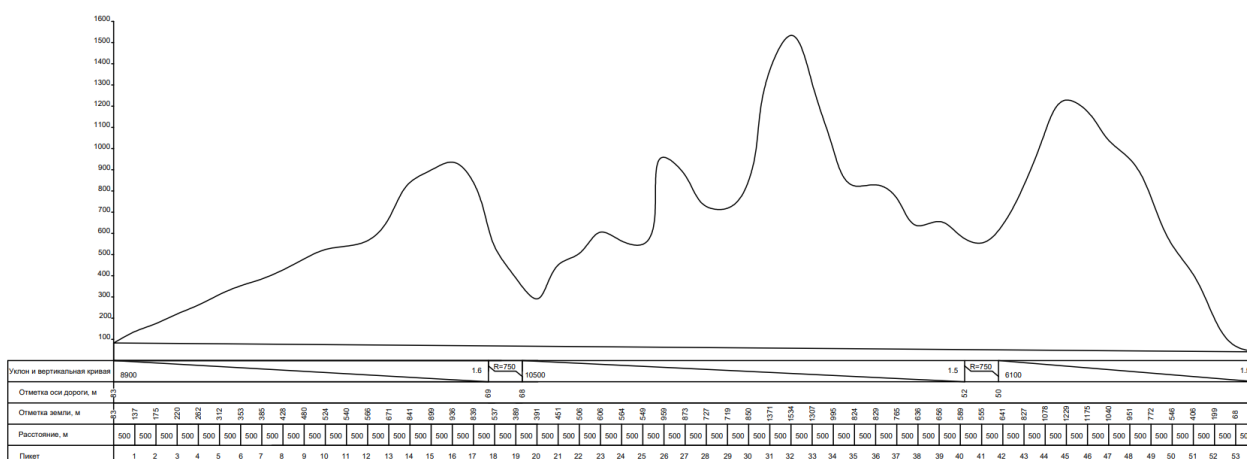


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Были запроектированы порталы. (Рис. 3,4). Возле выезда находится большой многофункциональный торговый центр, совмещённый с паркингом. (Рис. 5).

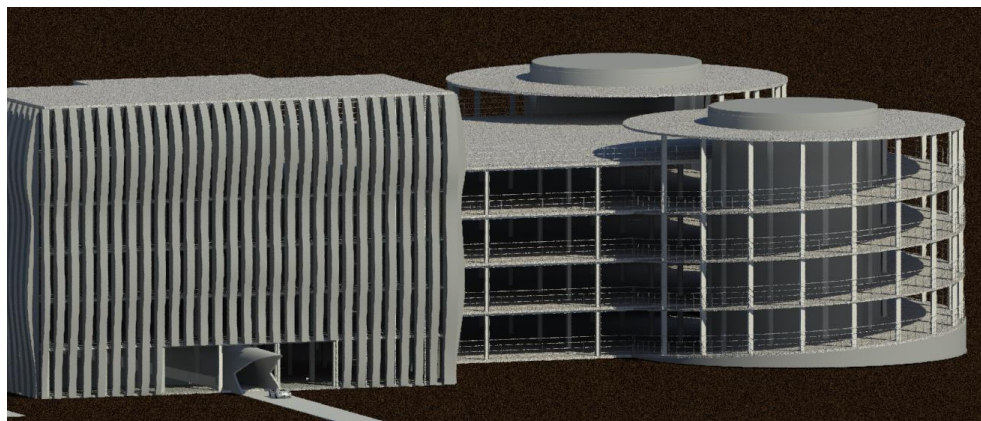


Рисунок 3 – Подземно-наземный комплекс



Рисунок 4 – Портал тоннеля

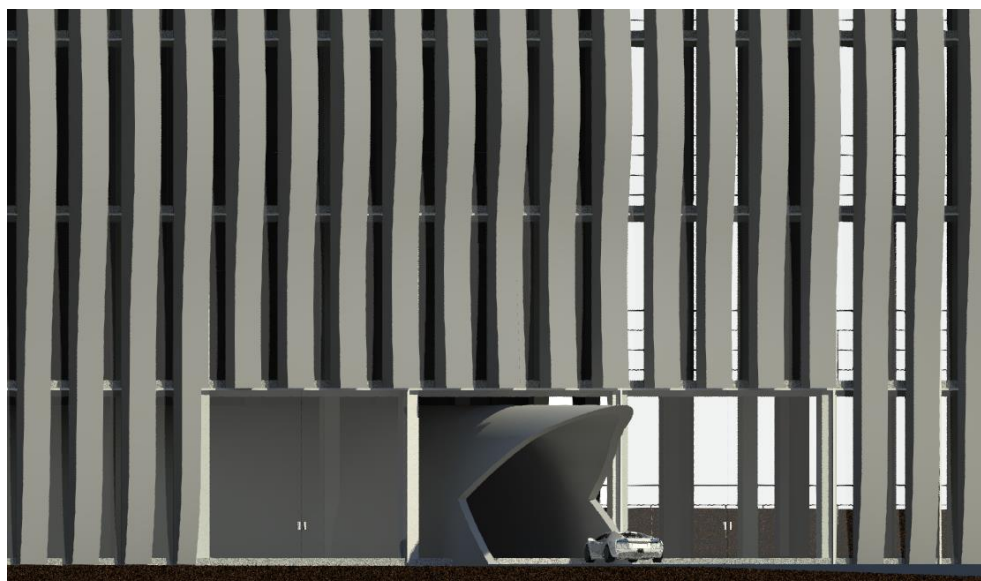


Рисунок 5 – Портал тоннеля

Технология трехступенчатой комплементарной круговой выемки. Ступенчатый метод имеет много преимуществ в удобстве строительства. Улучшая трехступенчатый дополнительный круговой метод земляных работ, он может не только снизить стоимость, но и ускорить время строительства и сдачи конструкции. Так называемый комплементарный циклический метод земляных работ характеризуется дополнительными преимуществами обратной засыпки замкового анкера и арочной опоры и альтернативным циклом обратной засыпки шлака на различных этапах земляных работ. Этапы строительства заключаются в следующем.

Верхняя ступенчатая дуговая направляющая яма с метражом 0,5 м построена со стальным каркасом, а средний стержневой грунт (2) зарезервирован для поддержки работы с основным грунтом в качестве строительной платформы. Ширина основного грунта составляет 2 м в продольном направлении. Рабочие могут стоять под ним, чтобы предотвратить падение камней. После удаления основного грунта (2) средняя часть средней ступени (3) выкапывается вниз, а ширина канавки составляет 3,5 м, чтобы экскаватор можно было переместить в это положение для проведения земляных работ вперед. В это время самое большое расстояние от верхней части канавки до верхней ступени составляет около 5 м, а длина руки обычного экскаватора близка к 6 м. В соответствии с материалами земляных работ этой конструкции может быть реализована операция земляных работ в положении стопы арки перед ямой для направляющей дуги, и основные характеристики полевой техники могут быть полностью задействованы. Землеройная часть (4) и соответствующая опорная операция: ширина части (4) составляет 1,5–2 м, что в 3-4 раза превышает первый метраж части (1). После завершения защиты ветвей он возвращается в часть (1) раскопок и заполняет выкопанный гравий обратно в часть (4) подножия арки. Перед засыпкой подтверждается, что часть (4) опоры имеет определенную прочность, а высота засыпки составляет около 1,7 м, и она может стабилизировать часть (5) выемки арочной опоры и соответствующую операцию поддержки: аналогично части (4), после завершения операции поддержки выемка также переносится на часть (2) и (3), и гравий засыпается на ту же высоту арочной опоры. (Рис. 6).

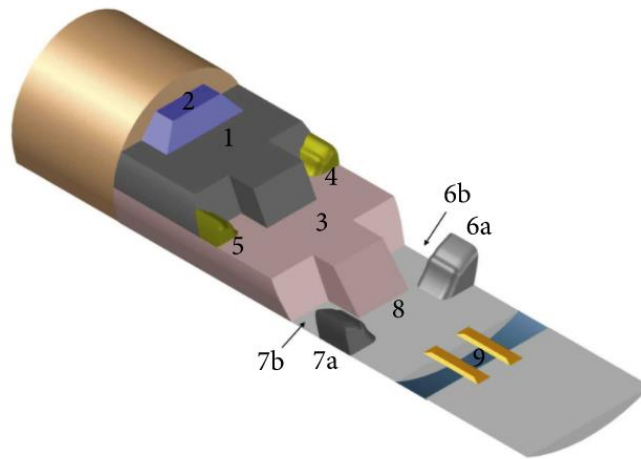


Рисунок 6 – Технология строительства (трехмерная схема)

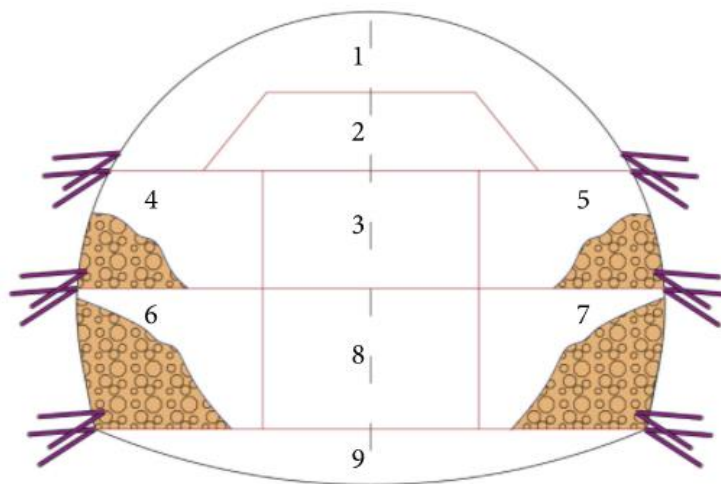


Рисунок 7 – Поперечное сечение

При строительстве нижних ступеней левая и правая разделяются, одна строится перед другой, часть 6a выкопанного грунта засыпается в части 6b и 7a выкопанного грунта засыпается в части 7b, а область 8 зарезервирована для прохода, что не влияет на строительство верхней и средней ступеней. Расстояние между верхней и нижней ступенями составляет 15 м~20 м, что не мешает и дает высокую эффективность строительства.

ОБРУШЕНИЕ МОСТА В БОРИСОВЕ

*Потреба Вероника Георгиевна, Смолян Ксения Олеговна студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

19 мая 2021 года произошло обрушение моста в районе деревни Новосёлки, недалеко от Борисова. Будучи студентами и не имея большого опыта в обследовании мостов, мы предположили несколько причин его падения.

Обследование моста проводили приблизительно раз в пять лет. Достаточно много случаев, в России в том числе, когда опоры не выдерживают нагрузку, так как обследователи не уделяют им должного внимания. Как следствие, мосты рушатся. Именно поэтому необходимо менять тактику обследования и большее внимание уделять опорам.

Ещё одной из возможных причин падения моста может быть нарушение совместной работы балок, так как если они не объединены по диафрагмам, то на опорные части передаются большие нагрузки.



Рисунок 1 – Обрушение моста в районе деревни Новосёлки

Можно заметить, что на старых мостах 1956 года, как в данном случае, стоят металлические опорные части, которые никак не гасят динамические нагрузки, из-за чего деформационный шов разрушается. Появляются ударные нагрузки, которые в свою очередь полностью передаются на насадку и она скалывается.

В настоящее время в этих целях применяют ударопрочный фибробетон. В отличие от обычного бетона, он имеет высокую ударную вязкость. Вероятнее всего, если бы мост был выполнен из него, то обрушения бы не было.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ АНГРЕН И ШАЙДОН, УЗБЕКИСТАН

Приборец Анастасия Евгеньевна, студентка 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Нам требовалось в рамках проекта спроектировать тоннель под горой между двумя населенными пунктами, выбранными произвольно. Тоннель общей протяженностью 54,52 км с двумя поворотами радиусом 5000 м расположен между городами Шайдон и Ангрэн под горой Бобойоб. Ниже представлен план местности (Рис. 1) и продольный профиль участка (Рис. 2). В качестве въезда в тоннель запроектирован развлекательный комплекс, включающий в себя паркинг (Рис. 3).

При строительстве будет использована разработка израильской компании KiteBricks (Рис. 4). Их технология изготовления блоков, выполненных из высокопрочного бетона, позволяет полностью отказаться от цементно-песчаного раствора, т.к. скрепление их происходит по принципу деталей лего и дополнительно используется двухсторонняя липкая лента типа 3М VHB, которая отличается супер-стойкостью. Также компанией было заявлено, что блоки можно использовать при устройстве фундамента и перекрытий, потому что их жесткость сравнима с железобетоном.

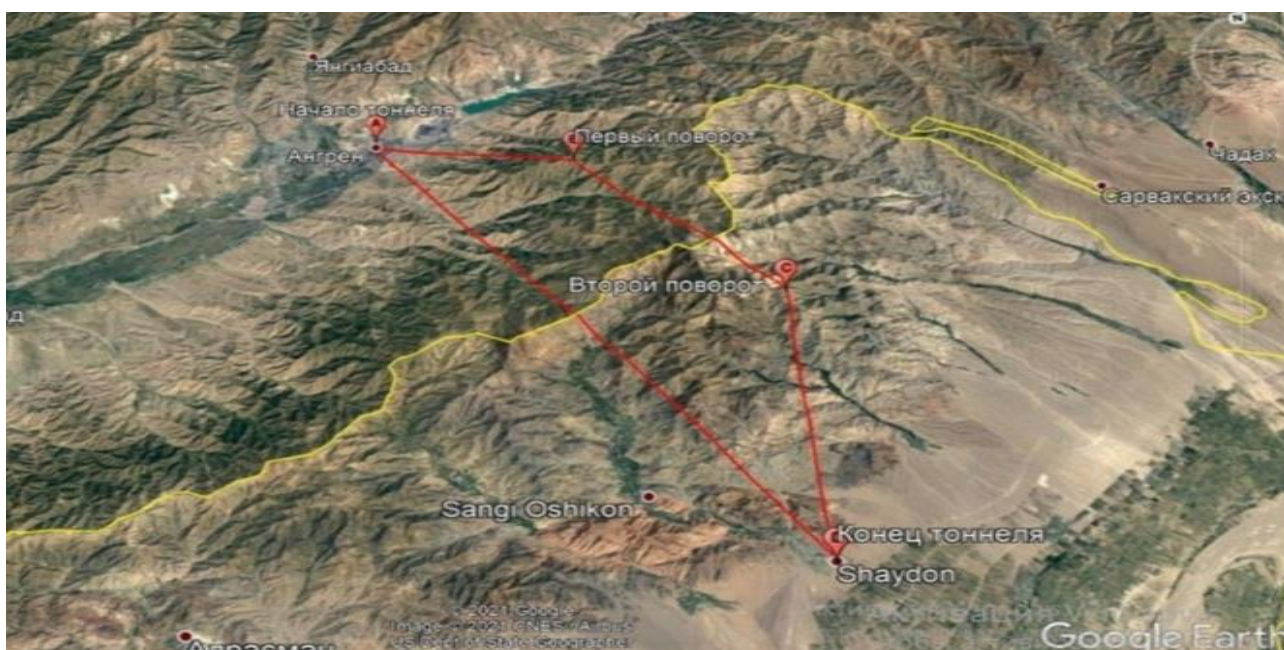


Рисунок 1 – План местности

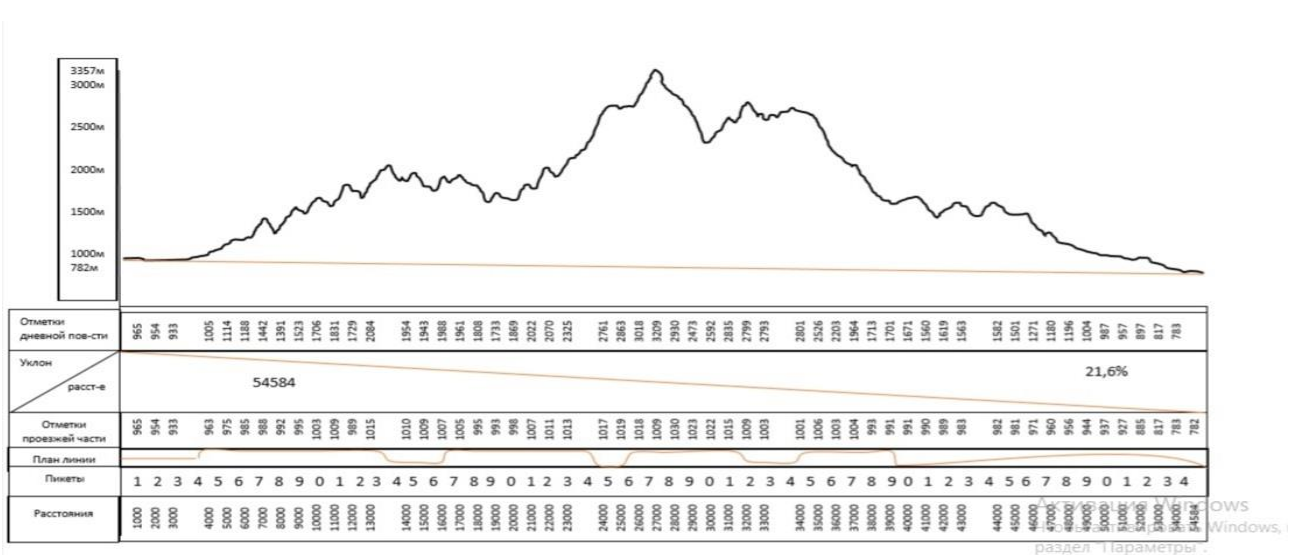


Рисунок 2 – Профиль тоннеля

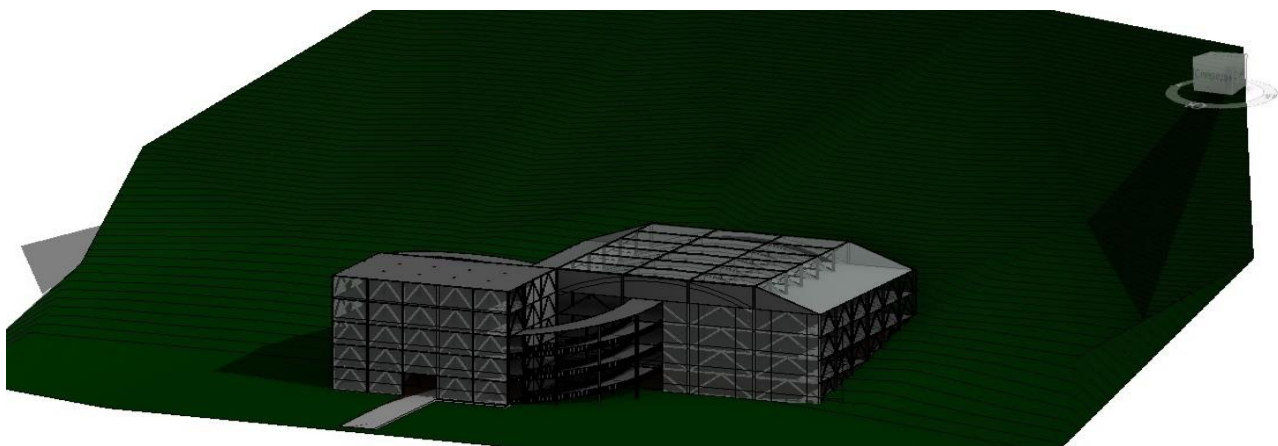


Рисунок 3 – Перспектива комплекса с паркингом, расположенного над въездом в тоннель



Рисунок 4 – Пример установки блоков SmartBrick

Таким образом проект решает проблему транспортного сообщения между городами и вместе с тем предоставляет множество вариантов для отдыха и времяпрепровождения.

Литература:

1. Инновации в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arch-shop.ru/innovazii-v-stroitelstve/>. – Дата доступа: 20.04.2020.

«ДЕРЕВНЯ ПОД КУПОЛОМ» В КИТАЕ

*Святохо Ольга Викторовна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Безумные архитекторы во главе с Ма Янсоном приняли участие в международном конкурсе дизайна для Чжухайского Центра культуры и искусств, где они предложили решение под названием “Деревня под куполом” (рис. 1).



Рисунок 1 – проект «Деревня под куполом»

Предложение MAD является уникальным в рамках конкурса: будучи единственным проектом, который противостоял полному сносу и потере памяти деревни (рис. 2). Вместо того чтобы возводить большое новое здание на развалинах, MAD решил уважать и сохранить первоначальную планировку деревни Инькэн. Благодаря тщательному исследованию, смелому воображению и точным обновлениям его предложение -это то, что восстановит общественную жизнь местных жителей.



Рисунок 2 – Исходное состояние деревни

Достигая максимальной высоты 45 метров, купол образован главной аркой и кабельной мембранной конструкцией, обеспечивающей его устойчивость; защищая прошлое и представляя себе будущее.

В то время как основная структура купола укоренена в земле, мембрана остается открытой к основанию, позволяя людям входить со всех сторон. Кроме того, крыша оснащена открывающейся функцией для дополнительной гибкости.

Купол состоит из полупрозрачного мембранного материала, появляющегося почти как слой тумана, плавающего над деревней, смешиваясь с небом, чтобы размыть реальность воображением (рис. 3).



Рисунок 3 – Полупрозрачная мембрана

В то же время купол воплощает в себе устойчивый подход к дизайну с энергосберегающими функциями. Проект учитывает местный климат и экологическую среду Чжухая и следует принципу «генерирование ресурсов при одновременном снижении затрат»

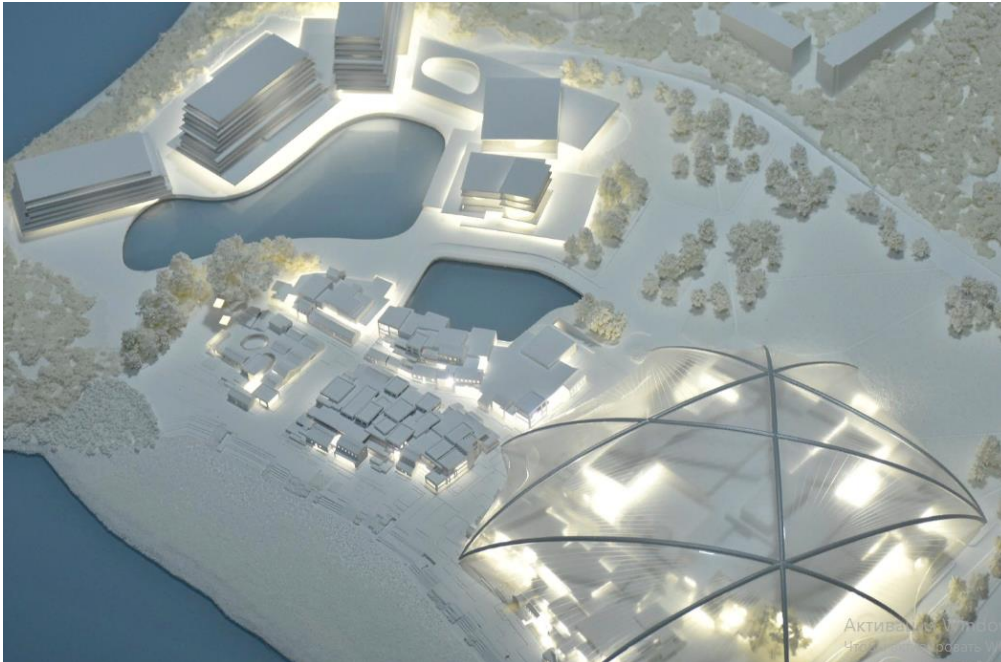


Рисунок 4 – Конечный вариант проекта

Архитектура тесно связана с человеческим поведением, она несет в себе эмоции и воспоминания. Без “народа” не может быть продолжения культуры и цивилизации. Архитектура не должна передавать культурные ценности, лишённые человеческих чувств или уважения к истории. Массовый снос и строительство грозит стереть исторические следы, заменив его обширными площадями и зданиями без корней и души.



Рисунок 5 – Преобразование деревни в бедующем

Мы должны сосредоточить наше внимание на истории и расширении существующих культур. Мы должны избегать культурных линий разлома, чтобы люди, природа, прошлое и будущее могли сосуществовать в гармоничном мире.

КОМБИНИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВ

*Семерня Павел Анатольевич, студент 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

Одной из характеристик мостов систем является тип конструкции. К основным системам мостовых конструкций относится балочная, арочная, рамочная и висячая.

В мостах комбинированной типа присутствуют две или больше статические системы. Такие пролеты могут строиться несколькими способами: объединение основных систем, улучшение основной системы путем добавления новых элементов. Комбинированных систем можно придумать очень много. На рисунке (Рис. 1) представлены возможные комбинации на основе арок и балок.

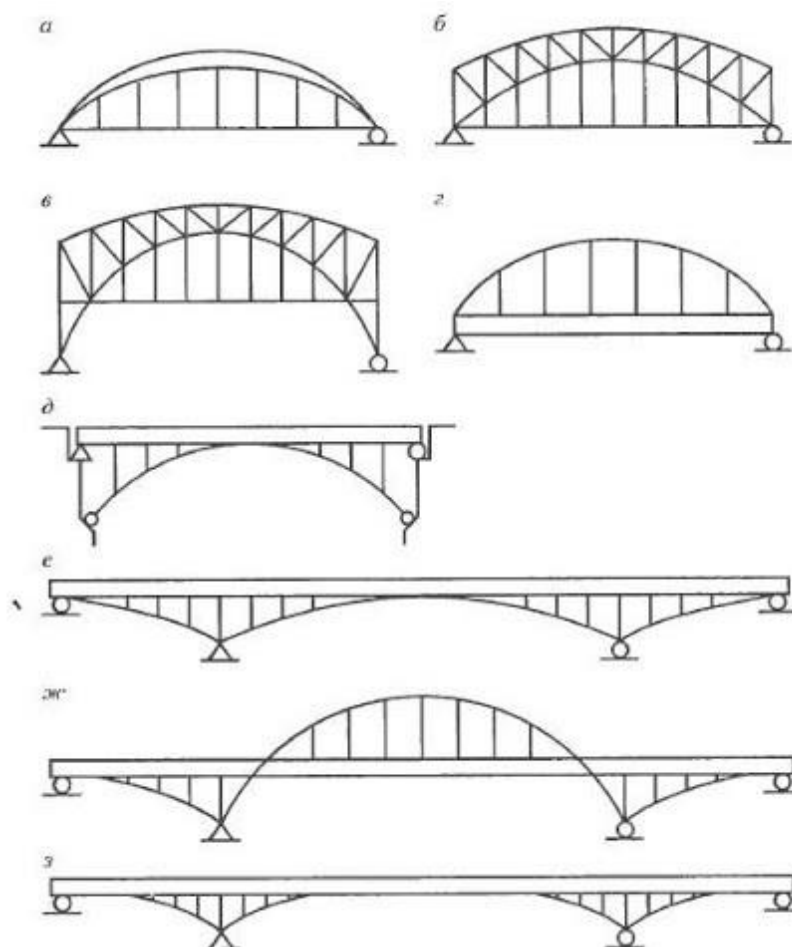


Рисунок 1 – Комбинированные системы на основе арок и балок

Примером комбинированной системы являются современные вантовые и висячие мосты. Особенность конструкции этих мостов в том, что балку

жесткости всегда держат кабеля и ванты. Первым мостом такой системы стал пешеходный мост, пересекающий реку Твид (после своего восстановления).

Еще одним примером моста с комбинированной системой является арочный мост с затяжкой. Такой мост является простейшим видом комбинированных мостов. Принцип работы арочной балки с затяжкой достаточно прост. Опорные части арки опираются на горизонтальную опору от фундамента. Возникшие вертикальные и горизонтальные реакции сводятся к силе вдоль элементов арки, в которой горизонтальная составляющая силы имеет существенную величину. Концы арок должны быть хорошо закреплены. Нужно учитывать тот факт, что арка должна упираться в прочную породу, например скала. Однако нужная порода не всегда доступна, в таких местах строительство арки с затяжкой не целесообразно. Ее строительство имеет смысл, когда настил можно расположить на таком уровне чтобы он мог выдержать горизонтальную нагрузку.



Рисунок 2 – Схема арочной балки с затяжкой

Зачастую комбинированные конструкции мостов не могут соревноваться в стоимости материалов с простыми системами. Конструкция всех комбинированных мостов сложнее, поэтому они требуют большей трудоемкости на стадии проектирования. При его проектировании одной из самых главных задач является упрощение заводского изготовления для уменьшения затрат и стоимости. Однако они более совершенны в архитектурном плане в сравнении с балочными системами. Поэтому их предпочитают строить в населенных пунктах.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННОГО МОСТА. REVIT

Сорокин Максим Александрович, Шельманов Павел Сергеевич

студенты 4-го и 3-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Программа Revit представляет из себя отличную среду для моделирования зданий и сооружений, с широким набором инструментов, а также отличной интеграцией со многими программными комплексами, необходимыми для информационного моделирования объектов строительства (BIM). BIM (Building Information Modeling) служит общим источником знаний об объекте, формируя надежную основу для принятия решений в течение его жизненного цикла с момента его создания. В процессе реализации каждая часть информации может быть доступна в электронном виде. BIM обеспечивает лучшую интерпретацию проекта, лучшую оценку вариантов дизайна, лучший анализ, раннее обнаружение и разрешение конфликтов между компонентами конструкции. В модели Revit каждый лист чертежа, 2D- и 3D-вид, а также спецификация передают информацию из одной и той же виртуальной модели здания или сооружения. При работе с моделью Revit объединяет информацию из всех представлений проекта. Программа автоматически согласовывает изменения, внесенные в любой части проекта, включая виды модели, листы чертежей, спецификации, разрезы и планы. Создание 3D модели, несущей в себе ряд информации об объекте (количество материалов, их вид и состав, стоимость и пр.), позволяет автоматизировать процесс создания и редактирования чертежей, ускорить анализ проекта. За счет этого значительно сокращается стоимость, трудоемкость, а также сложность проекта. Однако Revit не адаптирован под все отрасли строительства, из-за этого могут возникать сложности при моделировании.

При BIM-проектировании мостовых сооружений в программе Revit, может возникнуть проблема соединения различных элементов конструкции. Рассмотрим это на примере деревянных мостов с использованием фермы Гау-Журавского (Рис. 1), а также балочного разрезного моста со сближенными (разбросными) одноярусными прогонами (Рис. 2). Сам процесс создания данных конструкций достаточно прост. Используется небольшой набор инструментов, которые существенно упрощают этап проектирования.



Рисунок 1 – ферма Гау-Журавского

Проблема крепления соединений в деревянных конструкциях заключается в том, что база семейств Revit не содержит необходимые элементы конструкции. Поэтому, для решения данного вопроса, проектировщику потребуется потратить много времени для создания собственной базы семейств, которую он потом сможет использовать в различных проектах.

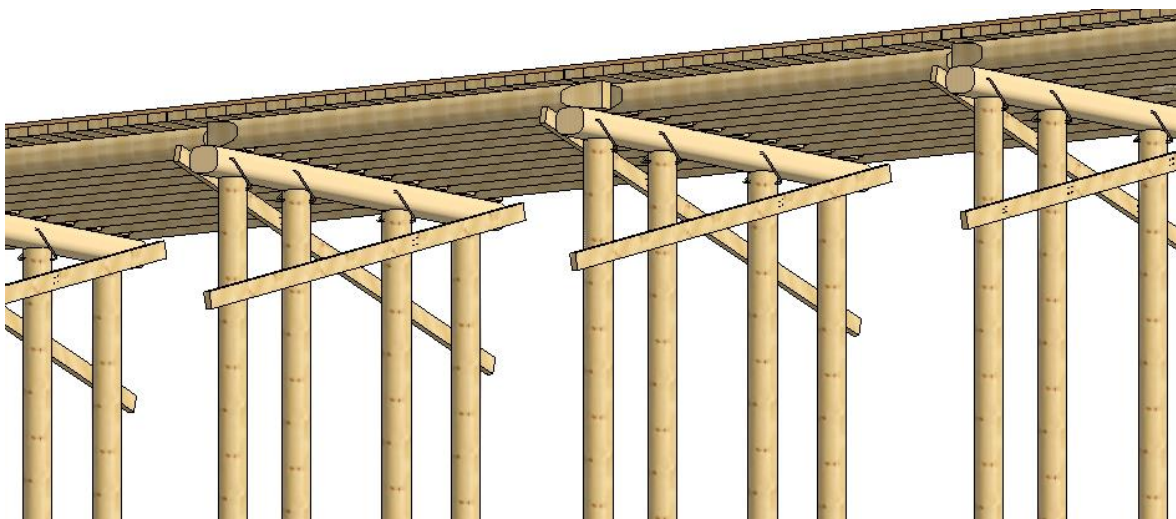


Рисунок 2 – сближенные (разбросные) одноярусные прогоны

Сложность возникла при множественном соединении балок в одной точке для создания фермы (Рис. 3). Инструмент «Соединения балок/колонн» позволяет соединить только ограниченное количество балок, чего было недостаточно. Проблему можно решить путем искусственного удлинения некоторых балок таким образом, чтобы соединить геометрию разных балок. Визуально это не несет в себе проблемы, но когда дело доходит до создания спецификаций объекта, то появляются лишние данные в проекте.

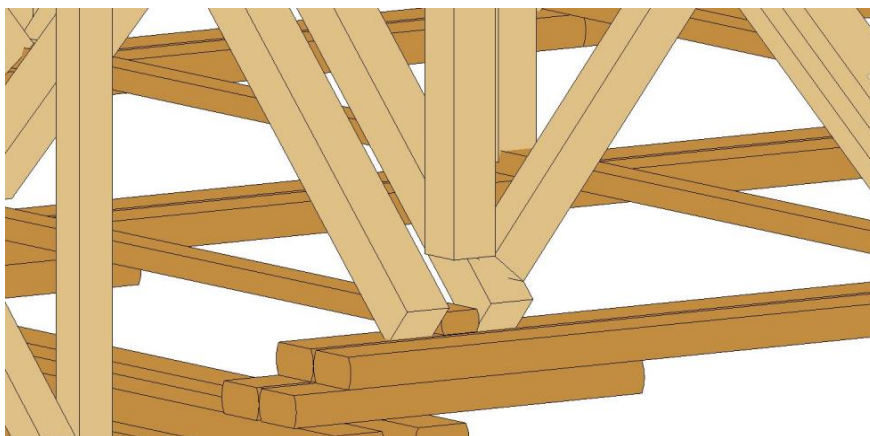


Рисунок 3 – создание узла фермы

Еще одна проблема появилась после создания собственного семейства балок. В данном проекте было решено использовать балки не прямоугольного сечения, а произвольного (Рис. 4). За основу данного семейства были взяты балки округлого сечения разного диаметра, со срезанными сторонами для удобного использования в проектировании. Сложность заключалась в том, что из-за произвольного сечения балки стало невозможно их использование в некоторых частях конструкции, поэтому пришлось использовать балки прямоугольного сечения.

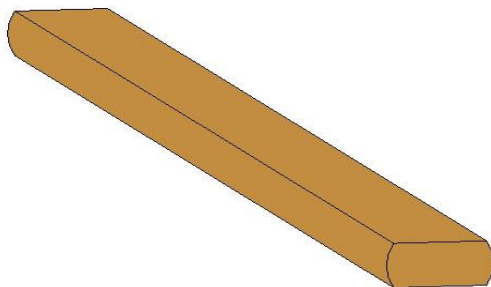


Рисунок 4 – деревянный двухкантный брус

При моделировании опоры моста (Рис. 5) обнаружилась проблема крепления металлических скоб, а также гвоздевых соединений.

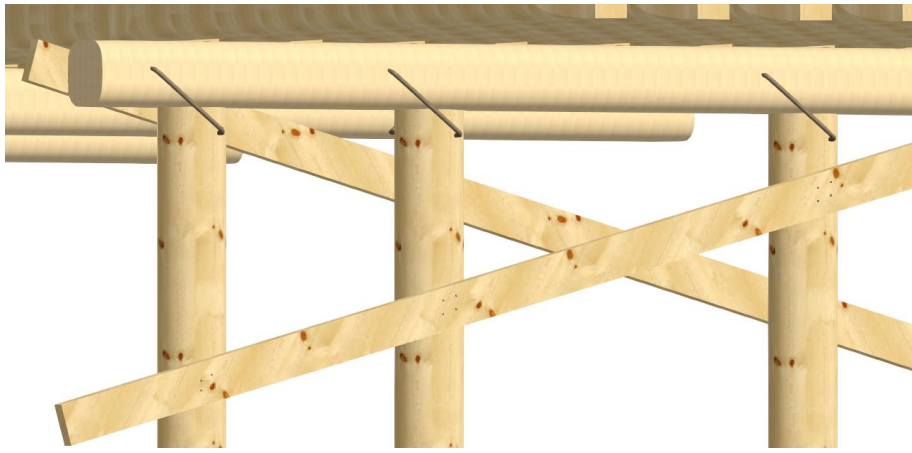


Рисунок 5 – опора

Необходимые элементы крепления отсутствуют в стандартных семействах Revit, поэтому они были дополнительно созданы. Загрузив семейство скобы в проект, Revit может разместить его либо на рабочую поверхность, либо на грань. Чтобы элемент узла не «висел в воздухе», необходимо либо провести рабочую плоскость на требуемом уровне заглубления, либо задавать смещение от грани модели, добиваясь адекватной конструкции узла (Рис. 6). После этого Revit предупредит о пересечении геометрии двух объемных тел. Чтобы это исправить, необходимо воспользоваться инструментом «вырезать геометрию». Аналогичным способом решается вопрос и для гвоздевых соединений.

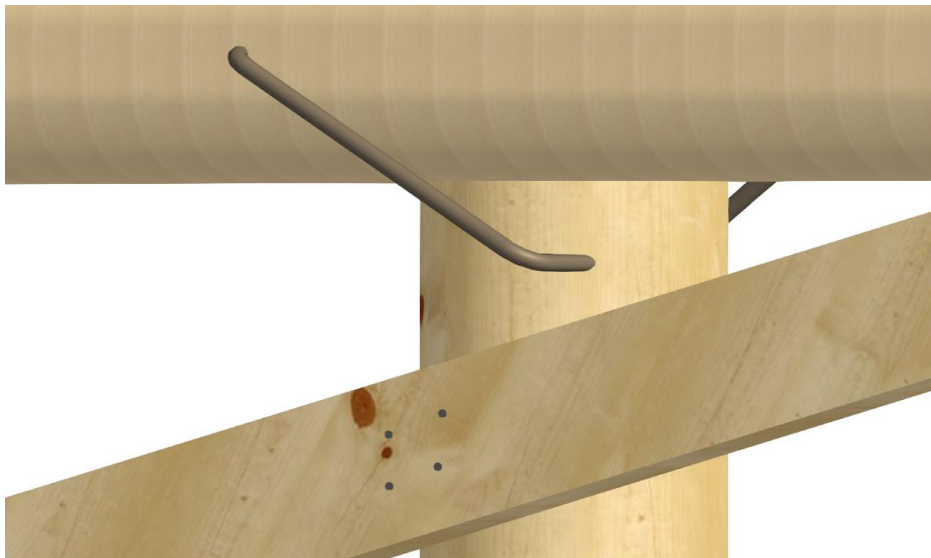


Рисунок 6 – узел опоры

Литература:

1. Autodesk [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru>. – Дата доступа: 10.04.2021.
2. Биктимиров К. Что такое BIM, и с чем его едят [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://kilonewton.ru/blog/21>. – Дата доступа: 10.04.2021.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ «АЛЬБУКЕРКЕ – САНДИА-ПАРК»

Станкевич Никита Александрович, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В ходе выполнения проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» был запроектирован железнодорожный тоннель населённые пункты Albuquerque и Sandia-Park (Рис.1). Целью проектирования тоннеля в этой местности является улучшение логистической системы между двумя пунктами. Данный проект позволит существенно сократить время, обычно затрачиваемое на объезд гористой местности. В отличие от обычных дорог, ж/д путь будет проложен прямо через гору.



Рисунок 1 – Генеральный план трассы

Проект представляет из себя железнодорожный тоннель, подводящие к нему пути, а также инфраструктуру, расположенную на въезде в тоннель. Предусмотрено прохождение тоннеля, длина которого составляет 4900м, с двумя углами поворота и радиусами 1500 и 4100 метров. Он является однопутным, высотой и шириной 6,3 и 4,9 метров соответственно (Рис.2). Максимальный уклон не превышает 15%. Расчетная скорость составляет 30-70 км/ч.

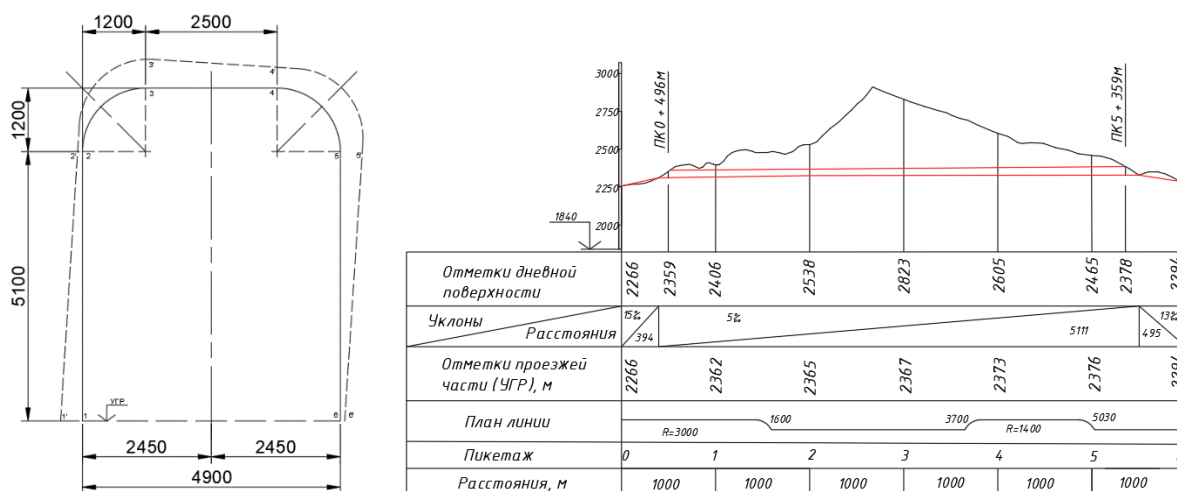


Рисунок 2 – Поперечный и продольный разрез трассы

Рядом с порталом спроектирован целый комплекс (Рис.3), включающий в себя: ж/д станцию с перроном и крытой вокзальной станцией, которая внутри делится на, непосредственно, кассы, фудкорт, зал ожидания и отдыха, а также каворкинг. Ключевым строением и главной особенностью данного тоннеля является амфитеатр, расположенный прямо над порталом. В нём планируется проводить различного рода концерты, выступления и другие большие мероприятия. Сцена вместе со зрительскими местами крыта полукуполом и с них будет открыт невероятный вид с горы на город Альбукерке и его окрестности. Также в амфитеатре, за витражным остеклением предусмотрен ресторан.

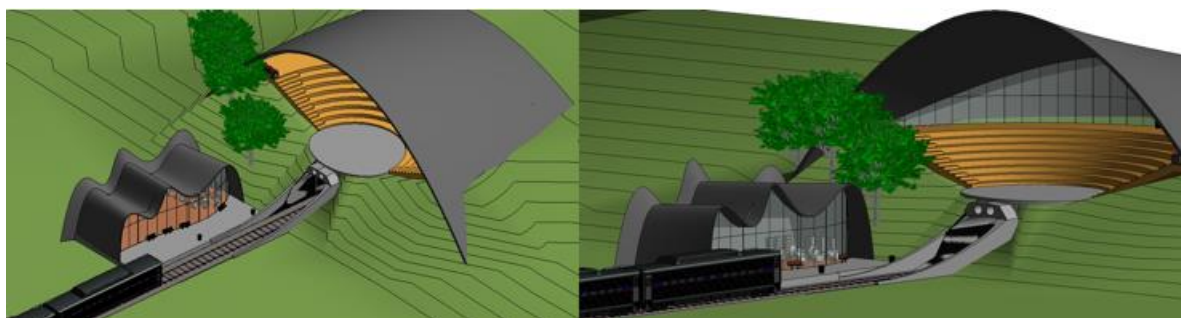


Рисунок 3 – Многофункциональный комплекс

В качестве инновации в данном проекте была использована технология автоматизации строительных процессов.



Рисунок 4 – ИИ в строительстве

Данная технология позволит в разы сократить время на основные строительные процессы. Также автоматизация обеспечит непосредственную связь всех категорий рабочих, участвующих в строительстве, путём создания единой базы данных того или иного проекта. Таким образом, вся информация о проекте будет доступна из любой точки мира.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь <https://constructionblog.autodesk.com/construction-innovations/> - Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа 24.09.2020.
2. Пастушков Г.П., Кузьмицкий В.А., Пастушков В.Г., Олляк В.Ю., Кузьмицкий Д.В. Проектирование тоннелей, сооружаемых горным способом //—2005 С.96.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АВТОЗАВОДСКОЙ ЛИНИИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Тарасов Никита Анатольевич, студент 1-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Автозаводская линия минского метрополитена была открыта 30 декабря 1990 года в составе 5 станций первой пусковой очереди «Фрунзенская»-«Тракторный Завод». Станцию «Первомайская» 5 месяцев просто проезжали мимо, потому что станция была не готова к сдаче.



Рисунок 1 – Строительство станции «Первомайская»

Начиналась линия станцией «Юбилейная» по всем первым проектам, однако нынешнее название «Фрунзенская» ей дали в честь крупного района, где в то время заканчивалась линия. На сегодняшний день станция стала пересадочным пунктом между второй и третьей ветками, а также на станцию «Юбилейная площадь» можно попасть только через вестибюль «Фрунзенской».

За ней следовала станция исторического центра белорусской столицы – «Немига». Первая станция, название которой на стенах было сразу сделано на белорусском языке. При строительстве был найден целый подземный город, в

связи с чем там долгое время работали археологи. Город в итоге был захоронен. 30 мая 1999 на «Немиге» произошла самая страшная трагедия в истории минской подземки – давка после праздника пива, в которой погибло 53 человека.

«Купаловская», она же станция «Имени Янки Купалы» в честь театра, стала первой пересадочной станцией минского метрополитена. Через специальные переход под станцией, можно перейти на Московскую линию. Один из вестибюлей – общий со станцией «Октябрьская». «Купаловскую» от улицы Энгельса отделяет расстояние менее метра.

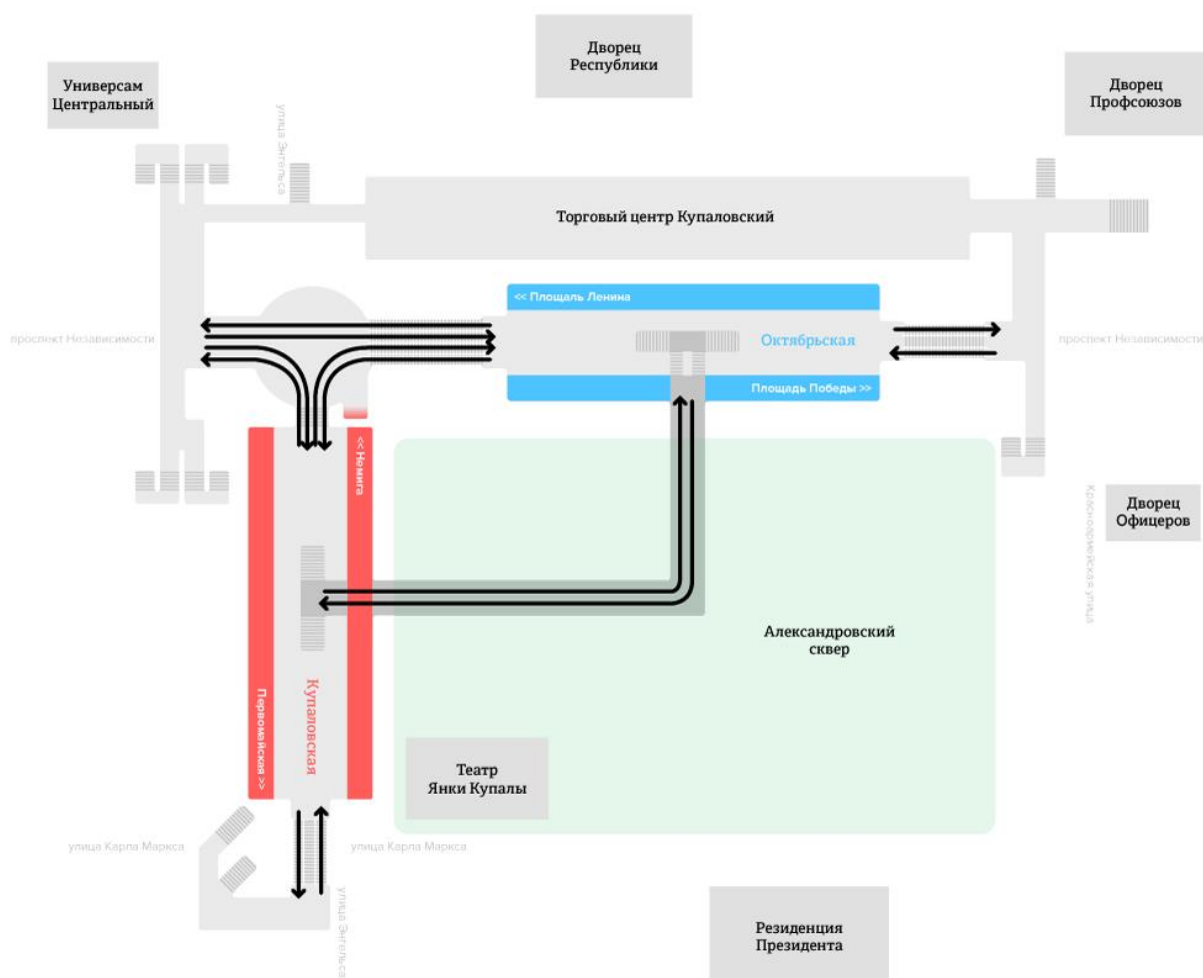


Рисунок 2 – Схема перехода с «Купаловской» на «Октябрьскую» и обратно

Станция «Первомайская» долгое время жителями столицы считалась затопленной или призраком, так как её достраивали уже после пуска первой очереди второй линии. Из-за ошибки архитекторов и недостаточного исследования грунта станция была перепланирована из колонного типа с островной платформой в единственную на сегодняшний день в Минске станцию с боковым расположением платформ. Станция открылась 28 мая 1991 года, став самой короткой в Минске – всего 105 метров.

«Пролетарская» стала пересадочным узлом с электропоездами Оршанского направления. В проекте называлась «Минск-Восточный», как и станция БЖД, находящаяся над метро. Восточный вестибюль закрыт глухой стеной со скульптурой пролетария, за которой есть дверь. Вестибюль готов на 80 %, выход на улицу выглядит как закрытый вход в бомбоубежище во дворе по улице Судмалиса.



Рисунок 3 – Второй выход со станции «Пролетарская»

«Тракторный завод» назван в честь расположенного рядом Минского Тракторного Завода. Большая часть перегона между «Пролетарской» и «Тракторным заводом» проходит через Слепянскую водную систему. Тоннели были построены выше уровня земли и засыпаны грунтом.



Рисунок 4 – Холм есть не что иное, как засыпанный грунтом перегон между станциями «Пролетарская» и «Тракторный завод»

3 июля 1995 года Автозаводскую линию продлили на запад двумя станциями: «Молодёжная» и «Пушкинская». Первая, по проекту «Радиаторная», стала пересадочным узлом к БЖД – один из выходов ведёт на станцию «Минск-Северный» городской электрички и поездов Гудогайского направления. За «Молодёжной» в сторону «Фрунзенской» есть служебная ветвь, соединяющая третью линию со второй для доступа поездов с депо, пока не введут в эксплуатацию 3-е метродепо «Слуцкое» на юге города в составе второй очереди Зеленолужской линии.

«Пушкинская» же находится на пересечении двух автомагистралей столицы, что обеспечивает высокий пассажиропоток. Минская подземка всё ближе подбиралась к главным районам запада города

До 1997 года сложно было назвать метро главным общественным транспортом Минска. В том же году всё изменилось. В эксплуатацию введены станции «Партизанская», которая соединила Партизанский проспект, таким кстати было проектное название, и близлежащие улицы с остальным городом внеуличным транспортом. Выйти со станции возможно к крупному универмагу «Беларусь» и подземному торговому центру, а также к парку имени 50-летия Октября и гостинице «Турист». «Автозаводская» –одноимённая с линией станция. Открыта чуть ли не в центре столичной промышленной зоны – там находятся различные заводы, в первую очередь Минский Автомобильный.

Наступает 2005 год и крупнейшие западные спальные районы Минска наконец получили свои станции. «Спортивная» была переименована из проектной «Раковской», что возмутило многих жителей. Обоснована смена названия была тем, что около станции расположен Ледовый Дворец. «Кунцевщина» расположена же на границе одноименного микрорайона с «Западом». Рядом со станцией стоит Западный рынок.

«Каменная Горка» – самая западная станция метро во всём СНГ, а также самая загруженная в Минске. Названа в честь одного из микрорайонов, расположенных рядом. Самой загруженной она стала именно из-за расположения. Станция соединяет «Сухарево», «Запад», «Кунцевщину», «Красный Бор» и «Каменную Горку» со всем городом быстрым общественным транспортом, чем ежедневно пользуются более 61 тысячи человек.

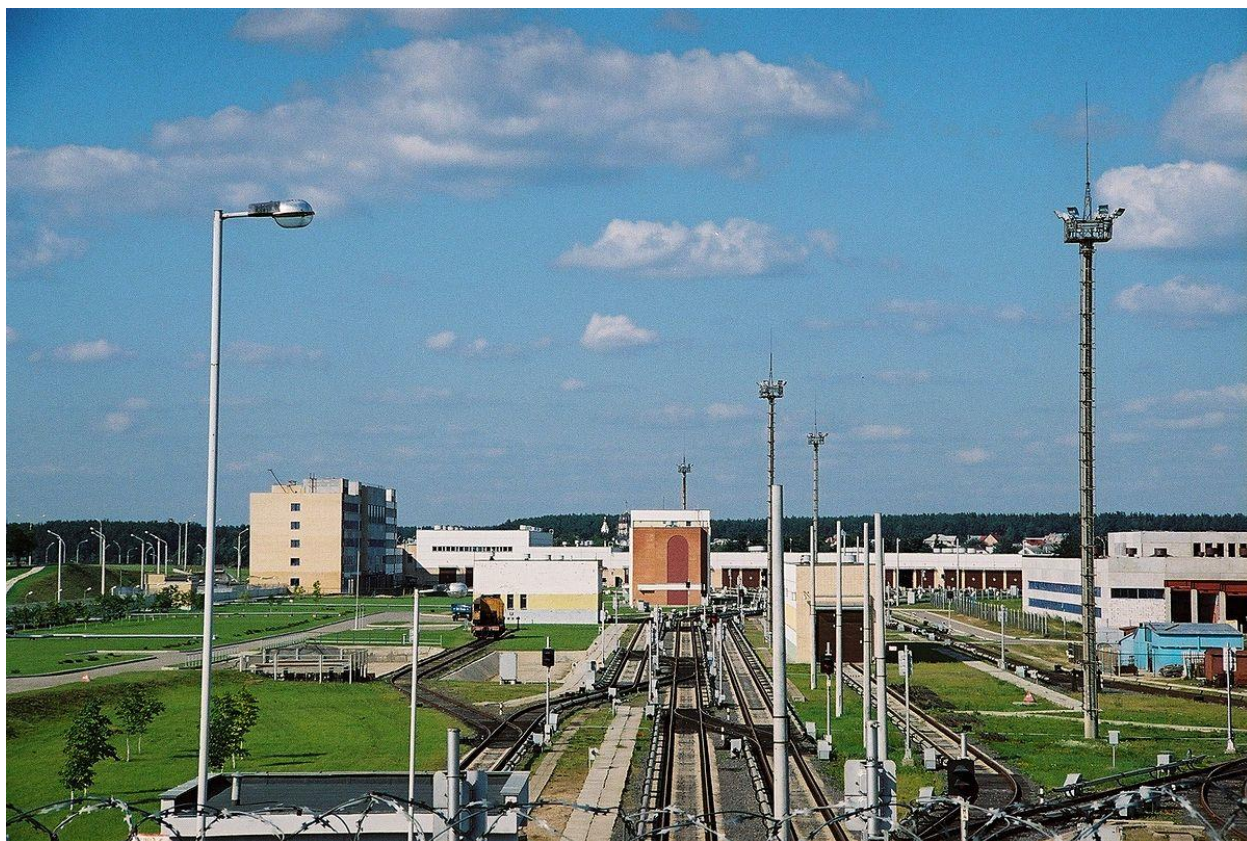


Рисунок 5 – Электродепо ТЧ-2 «Могилёвское»

В 2000 году была открыта последняя на данный момент станция юго-восточного направления Автозаводской линии, а в 2003 и одноименное депо – «Могилёвская». Станция стала первой с увеличенной шириной: 15 метров вместо 10. Там же находится музей Минского метрополитена. Расположена станция в 300 метрах от МКАД.

Литература:

1. Официальный сайт Минского метро [Электронный ресурс].- Режим доступа: metropoliten.by. – Дата доступа: 21.02.2021
2. Сайт о Минском метрополитене [Электронный ресурс].- Режим доступа: minsk-metro.net. – Дата доступа: 23.01.2021
3. Белорусское телеграфное агентство [Электронный ресурс].- Режим доступа: belta.by. – Дата доступа: 26.04.2021

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЦИРВОЙ И ГОРОДОМ НОВЕ-СВН ФЛОРЕАНО, РАЙОН ТРЕВИЗО, ИТАЛИЯ

*Турляй Игорь Викторович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется спроектировать тоннель под горой между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. (Рис. 1). Было принято решение запроектировать автодорожный тоннель с 2-мя полосами движения общей протяжённостью 7,5 км, включающий 2 поворота радиусом 2000 м. (Рис. 2).



Рисунок 1 – План местности



Рисунок 2 – Профиль тоннеля

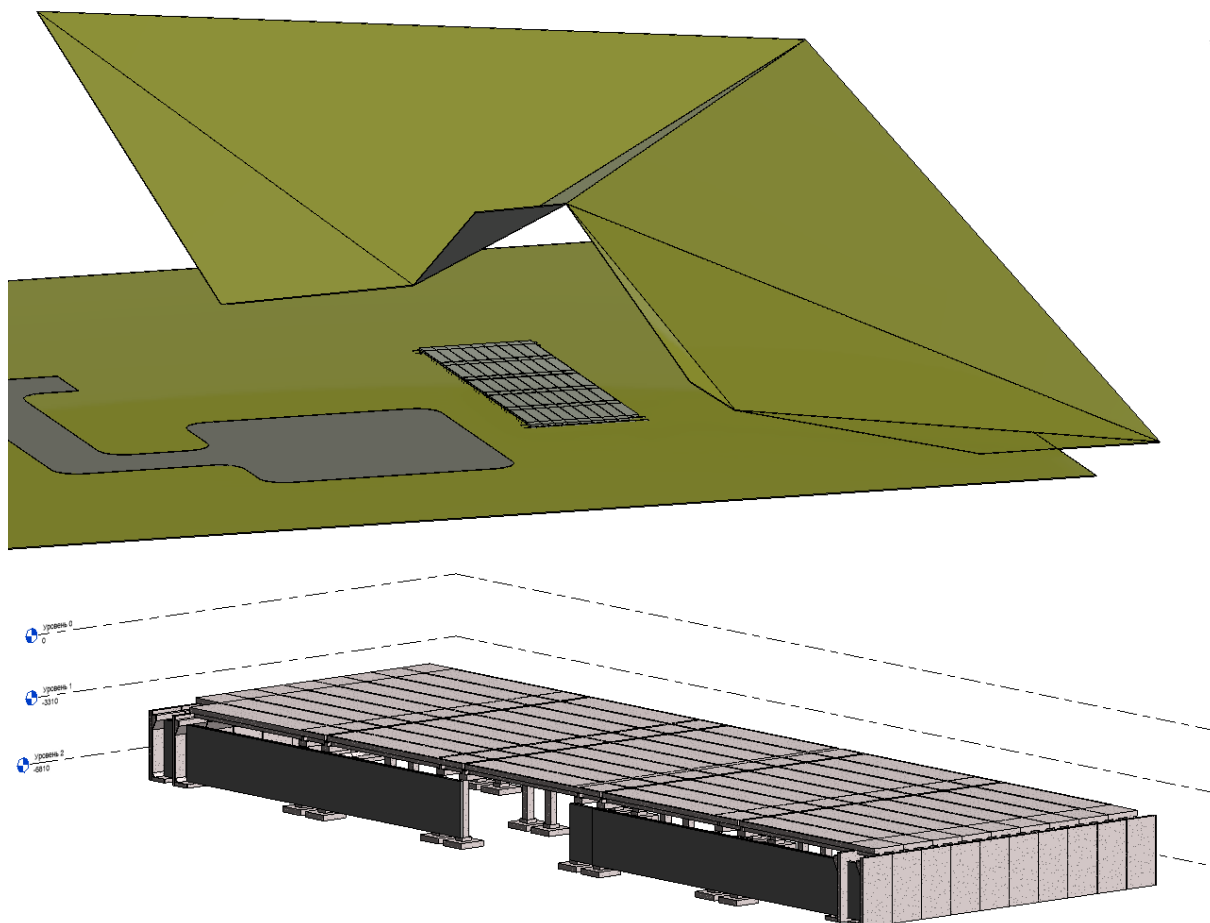


Рисунок 3 – Перспектива многофункционального комплекса,
расположенного над въездом в тоннель

В данном проекте предлагаю ввести инновацию в виде использования графена, который добывается из использованных покрышек, которые используют на автомобилях. (Рис. 3).

Графен получают, используя специальную технологию, которая называется «мгновенный джоулевый нагрев», при которой сырье, содержащее углерод быстро нагревается при воздействии на него электричества, примерно до 2725°C . При этом воздействии появляются графеновые чешуйки. (Рис. 4). Этот материал, а точнее его форма называется турбостратный графен хорошо растворима в воде и легче интегрируется в композитные материалы.

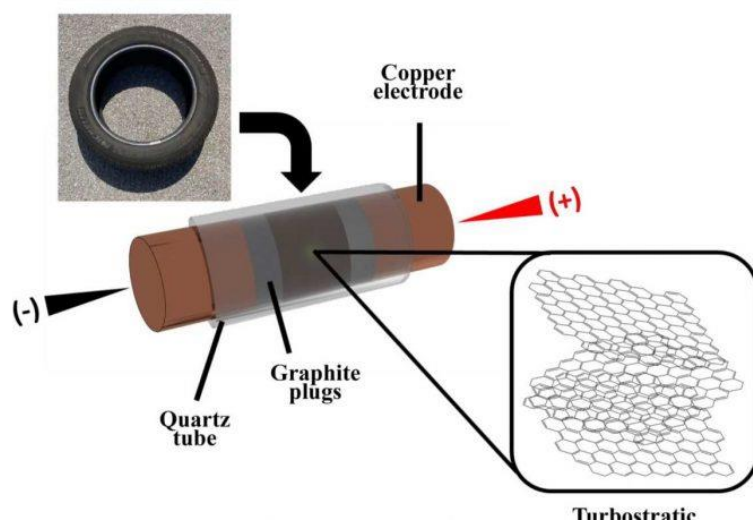


Рисунок 4 – Технология добычи графена

Команда производителя утверждает, что используя графен при армировании бетона можно добиться больших показателей прочности и экологии. Также это позволит использовать меньше строительных материалов и уменьшить количество использованных покрышек, которые захламляют различные помещения, склады и свалки.

Литература:

1. Использование графена из старых покрышек - <https://www.vzavtra.net/materialy/hempwood-ekologichnaya-alternativa-drevesine-s-bezgranichnoj-oblastyu-primeneniya.html> - Дата доступа: 24.04.2021

ELIZABETH LINE

*Федянин Георгий Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*(Научные руководители – Яковлев А. А., старший преподаватель,
Ходяков В. А., старший преподаватель)*

Elizabeth line новая высокоскоростная железная дорога в Лондоне, проходящая от Рединга, Мейденхеда и Хитроу на западе через центр Лондона до Шенфилда и Эбби Вуд на востоке. Elizabeth line соединит внешние пригороды с центром Лондона и Вест-Эндом, а также обеспечит быстрый маршрут между центром Лондона и аэропортом Хитроу, а также увеличив пропускную способность железных дорог в центре Лондона на 10%, избавив от заторов на многих существующих железнодорожных линиях и линиях метро и сократит время в пути для миллионов пассажиров.

Одна из основных сложностей заключалась в прокладывание тоннелей через перегруженный подземный мир Лондона, петляя вокруг фундаментов зданий, Лондонских подземных тоннелей и многих других сооружений и коммуникаций. На некоторых участках расстояние между тоннелями Elizabeth Line и существующими линиями составило 700мм. Также перед строителями стояла задача разработать новые формы железнодорожных путей в тоннелях, чтобы смягчить воздействие шума и вибрации от поездов. Была разработана специальная "плавающая плита" - гусеничная конструкция на пружинах, чтобы свести к минимуму передачу шума и вибрации в окружающую землю.

23 февраля 2016 года королева Елизавета II и бывший тогда мэром Лондона Борис Джонсон посетили строящуюся станцию Bond Street в центре Лондона. Там объявили, что ветка метро получит название Elizabeth Line - в честь Ее Величества - и будет обозначаться на картах сиреневым цветом, любимым цветом королевы. (Рис. 1).

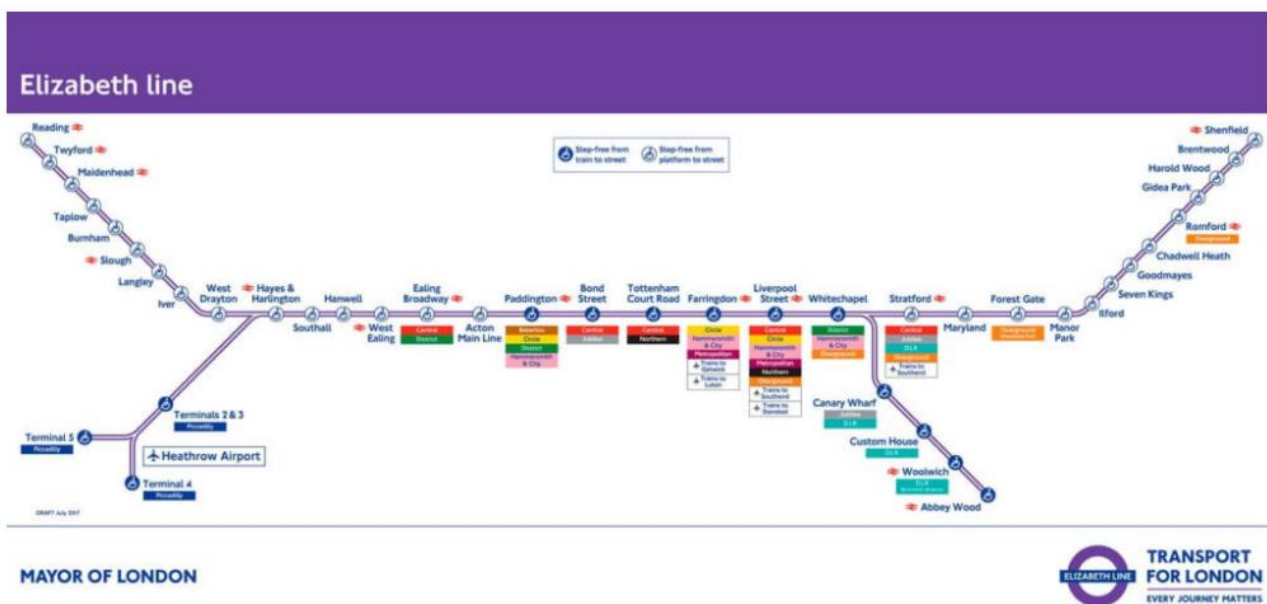


Рисунок 1 – Схема Elizabeth Line

Литература:

1. Линия Элизабет: новая железная дорога для Лондона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arup.com/projects/crossrail-elizabeth-line> – Режим доступа: 07.04.2021.
2. Линия Элизабет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.london.gov.uk/transport/rail-and-underground/crossrail-elizabeth-line> – Режим доступа: 07.04.2021.

МОСТ ГОНКОНГ — ЧЖУНХАЙ — МАКАО

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Данный мост признали во всем мире настоящим произведением искусства, ведь данное сооружение представляет собой серию мостов и тоннелей. Данное решение китайские инженеры и архитекторы приняли не случайно, потому что мост пересекает судоходные пути порта Гуанчжоу. Стоимость моста также не перестает удивлять: 15 миллиардов евро, 9 лет строительных работ, затраты одной стали может позавидовать любой другой мост - 400 тысяч тон стали, из которой можно было бы построить около 60 Эйфелевых башен.

Протяженность данного моста составляет 55 километров, а минимальный срок службы моста составляет не менее 120 лет. Также мост устойчив к сейсмическим активностям (устойчив к землетрясениям с магнитудой 8 и тайфунами со скоростью 340 километров в час). Мост также имеет 6 полос движения и транспорт может двигаться по нему не более 100 км/ч.

Также перед инженерами возникли очень тяжелые проблемы, чтобы сделать подводный тоннель, протяженностью 6.7км и глубиной 48м, необходимо было соорудить 2 искусственных острова, где соответственно располагаются порталы тоннеля (т.е. въезд и выезд), также агрессивная среда (значительное давление воды, грунта) и сам грунт, который является мягким и также нестабильным.

Причина постройки очень проста: сократить время из Чжухая в Гонконг. Без моста этот проезд занимал 3 часа, а с мостом – 30 минут.

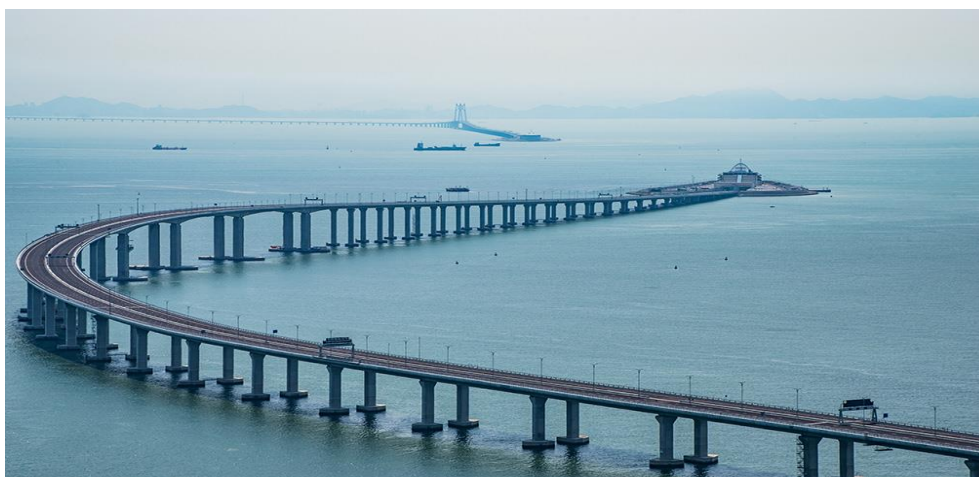


Рисунок 1 – Вид моста с высоты птичьего полета

Литература:

1. Сайт DEZEEN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2020/11/10/mad-yuecheng-courtyard-kindergarten-beijing-china/> – Дата доступа: 21.10.2020.
2. Сайт MSN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.msn.com/en-gb/travel/news/mad-tops-beijing-kindergarten-with-red-rooftop-playground/ar-BB1aS32b?li=AAJsPCA&srcf=rss> – Дата доступа: 21.10.2020.

АККУМУЛИРУЮЩАЯ ПЛИТКА PAVEGEN

*Чаусова Виктория Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Плитка Pavegen выглядит как простая напольная плитка, но с помощью пьезоэлементов она может преобразовать механическую энергию в электрическую (прямой пьезоэффект)



Рисунок 1 – Pavegen

Сколько энергии выработает плитка, зависит от людей: от веса и скорости каждого человека.

Новая версия плитки (треугольная) не имеет слепых зон в отличие от предыдущей (квадратной) версии.

Плитка за один шаг создает от 5 до 7 джоулей энергии, что означает, что от каждого шага можно собирать от 5 до 7 ватт электроэнергии, и генерирует в 200 раз больше энергии, чем прототип, выпущенный еще в 2009 году. Впоследствии эту энергию можно аккумулировать и использовать для освещения, зарядки гаджетов и прочих малопотребляющих электроприборов.

Новая плитка больше не предназначена только для производства энергии. Плитка, поддерживающая как Bluetooth, так и Wi-Fi, также оборудована счетчиком шагов.



Рисунок 2 – Pavegen

Пройденное количество шагов по такой плитке сможет отследить любой с помощью приложения, которое также позволяет преобразовать количество шагов в баллы или бонусы.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГОРОДОМ ЮДЗАВА И ПОСЁЛКОМ СИМИДЗУ, ПРЕФЕКТУРА НИИГАТО, ЯПОНИЯ

Шевелёв Николай Леонидович, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется спроектировать тоннель под горой между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. Было принято решение запроектировать автодорожный тоннель с 2-мя полосами движения общей протяжённостью 6,52 км, включающий 2 поворота радиусом 2000 м (Рис. 1 и 2).

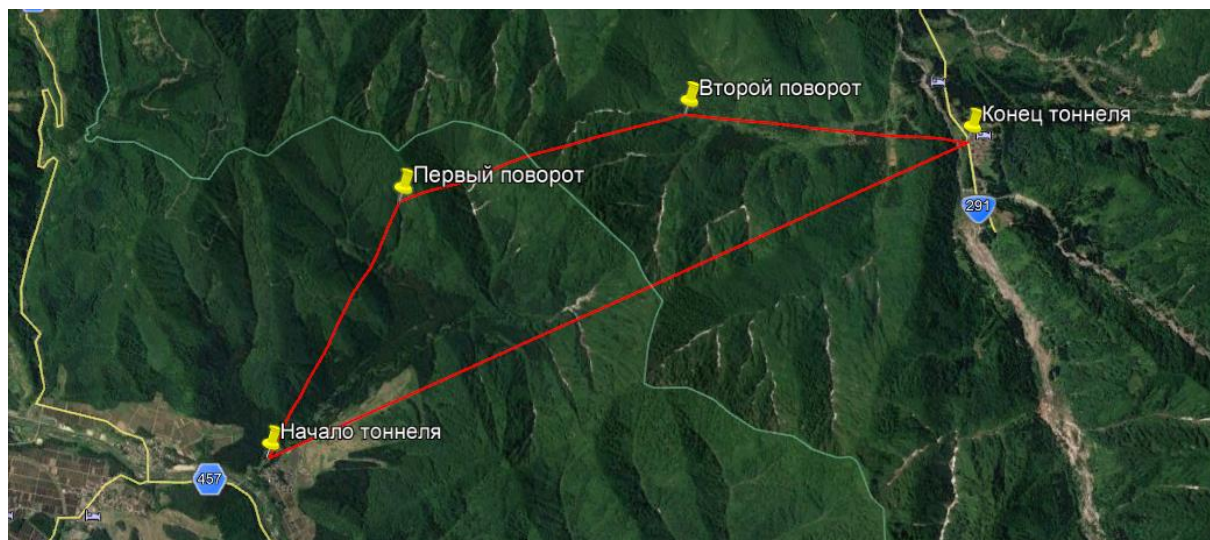


Рисунок 1 – План местности

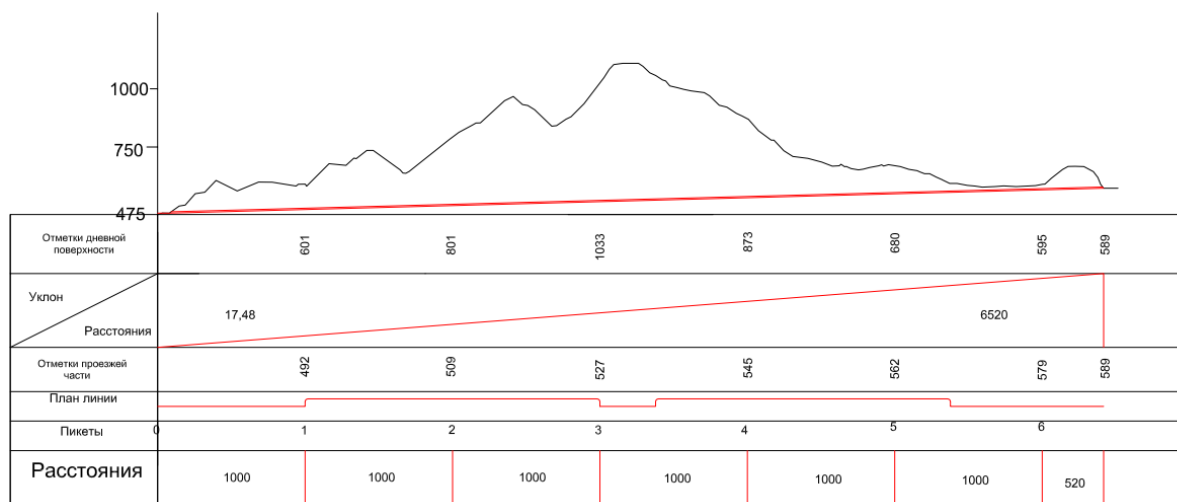


Рисунок 2 – Профиль тоннеля

В многофункциональном комплексе (Рис. 3) применена инновация в виде прозрачных солнечных панелей (Рис. 4), что позволяем всему комплексу быть автономным, также это сокращает потребление электричества от сети и является экономически и экологически выгодным решением.



Рисунок 3 – Перспектива многофункционального комплекса

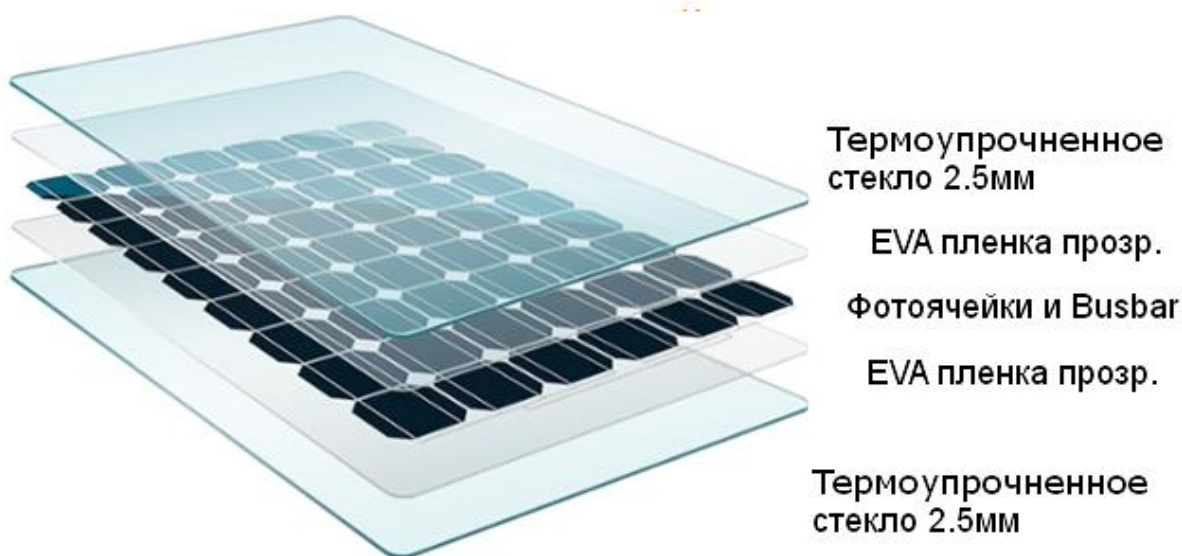


Рисунок 4 – Прозрачная солнечная панель

Многофункциональный комплекс вмещает в себя множество развлекательных помещений: всевозможные спортивные площадки, ресторан, кинотеатр, бильярдная, бассейн, гипермаркет и тому подобное.

Таким образом данный проект решает проблему транспортного сообщения и вместе с тем предоставляет огромное множество вариантов времяпрепровождения для жителей и туристов данных населённых пунктов.

Литература:

1. Гугл карты – <https://www.google.com/maps/> – Дата доступа: 03.05.2021.
2. Прозрачные солнечные батареи – <https://www.sosvetom.ru/articles/prozrachnye-solnechnye-batarei-po-nastoyaschemu-solnechnye-batarei/> – Дата доступа: 09.2017.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ПАРЕ И ГОНДИНО (ИТАЛИЯ)

Шельманов Павел Сергеевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Для упрощения транспортного пути в районе двух городов Италии был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля. Новая подземная транспортная траншея приведет к улучшению транспортной системы в регионе, также компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут. (Рис. 1).

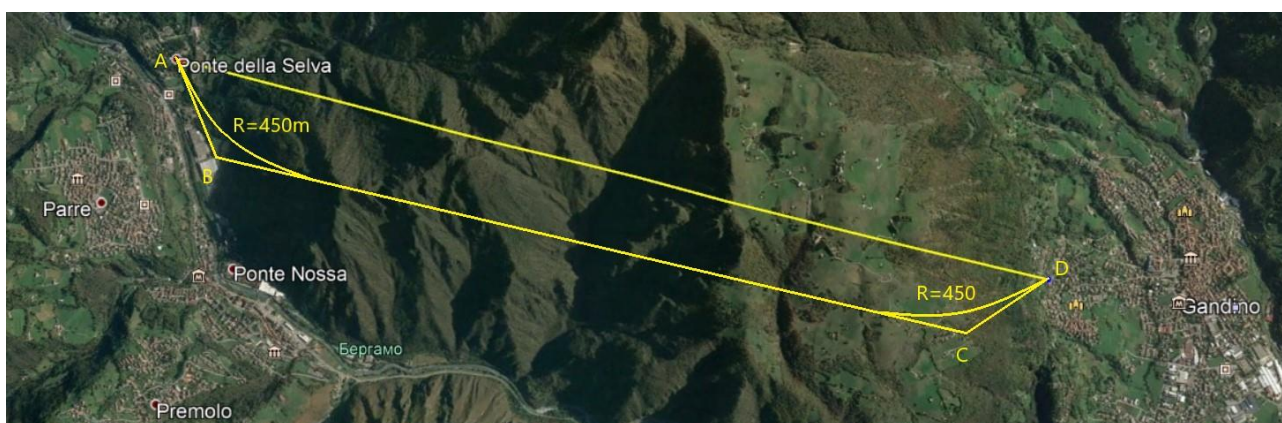


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 6.45 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части 36.2%. Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 80-100км/ч. (Рис. 2).

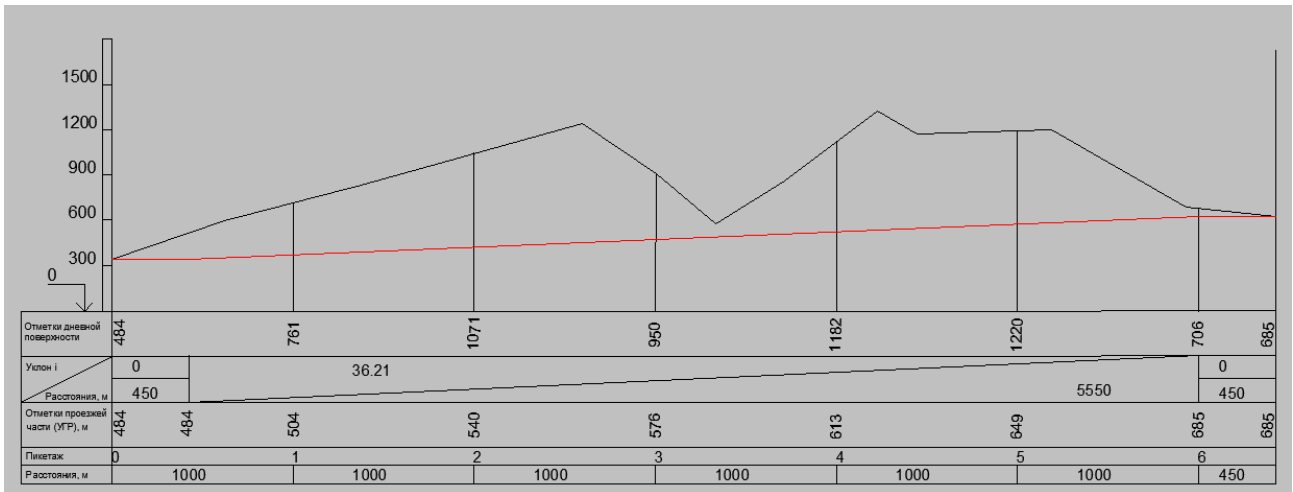


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы. (Рис. 3,4). Возле выезда находится большой многофункциональный торговый центр, совмещённый с паркингом. (Рис. 5).

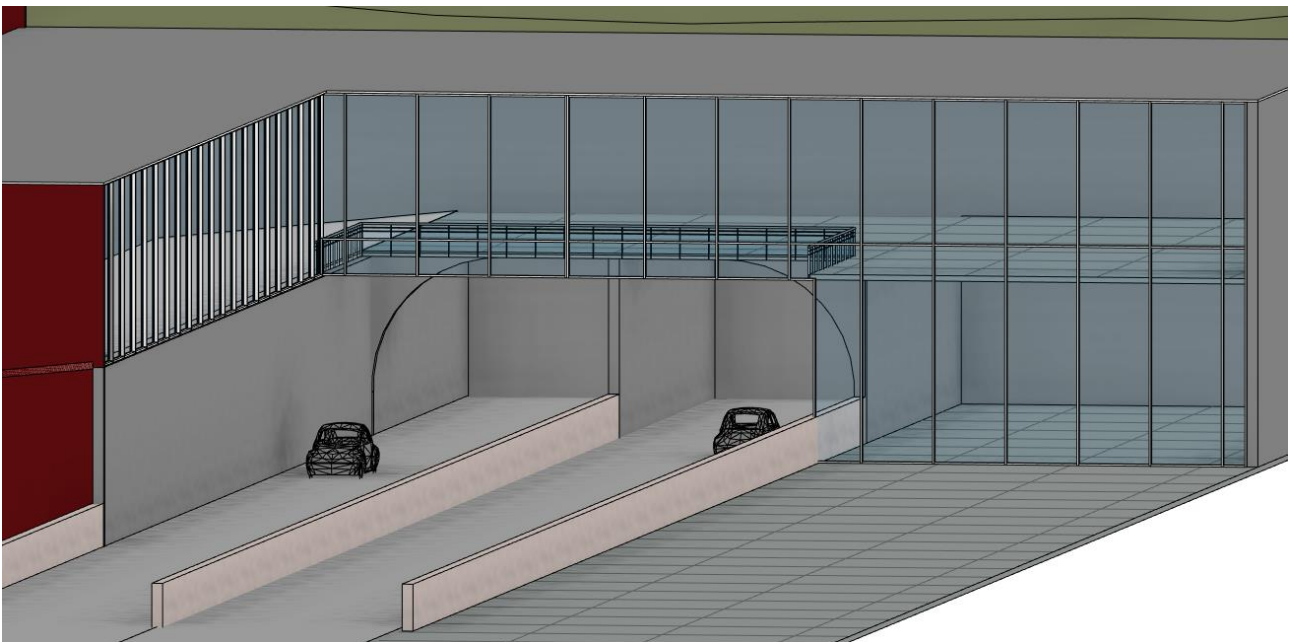


Рисунок 3 – Общий вид портала

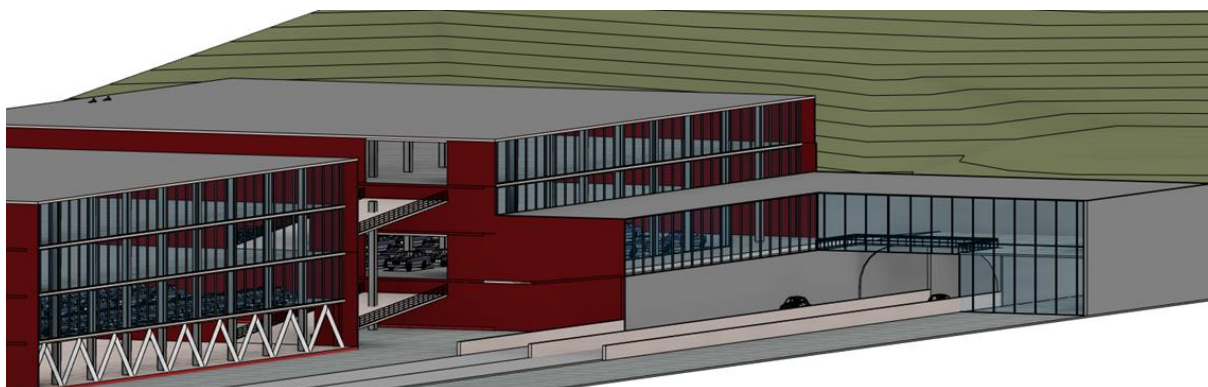


Рисунок 4 – Общий вид портала и торгового центра

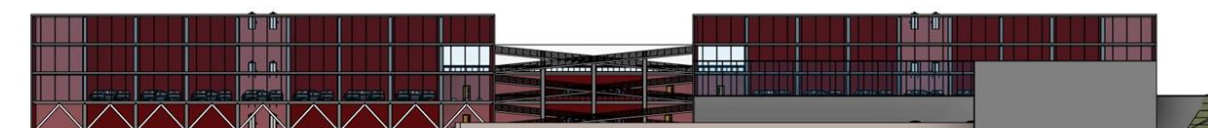


Рисунок 5 – Фасад торгового центра

При строительстве данного транспортного подземного сооружения применялось несколько инновационных технологий.

Первая из них, это BIM. Информационное моделирование позволяет выявлять все ошибки в проекте на ранних стадиях, значительно повышая качество проектной и рабочей документации. Тем самым затраты на исправление ошибок минимизируются (Рис.6).

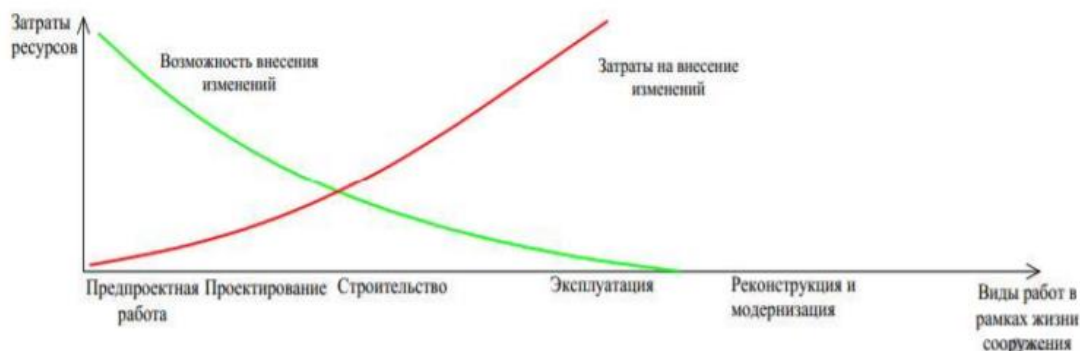


Рисунок 6 – Зависимость затрат на внесение изменений от стадии жизненного цикла

BIM предполагает комплексный подход в проектировании. Самым распространенным продуктом является AutoCAD. У Autodesk существуют программные комплексы, которые позволяют реализовать информационное моделирование различных объектов. В каждый из этих комплексов входят следующие основные продукты: AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD MEP, AutoCAD Raster Design, 3ds Max Design, Navisworks Simulate, Navisworks

Manage, Revit, Inventor, Robot Structural Analysis Professional, InfraWorks и др. Каждое ПО осуществляет различные задачи на определенном этапе работ в рамках жизни сооружения.

Так же, при проектировании портала и торгового центра использовались солнечные панели AuReus, сделанные из пищевых отходов, которые использовались для фасадов и окон.



Рисунок 7 – Пример использования AuReus

В отличие от традиционных солнечных панелей, которые работают только в ясную погоду, полупрозрачный материал AuReus может собирать энергию от невидимых ультрафиолетовых лучей, которые проходят через облака.

Разработка AuReus основана на физике северного сияния, где люминесцентные частицы в атмосфере поглощают частицы высокой энергии, такие как УФ и гамма-лучи, и затем переизлучают их в виде видимого света.

Материал преобразует УФ-излучение в видимый свет, который отражается до самых краев панели, благодаря специальному рисунку лазерного травления. Этот видимый свет затем поглощается обычными фотоэлектрическими панелями для выработки электричества.

Последняя инновация особенно актуальна в условиях пандемии коронавируса, ведь ученые используют измельченные одноразовые медицинские маски для лица в составе дорожного материала.

По данным экспертов, в мире ежедневно используется около 6,8 млрд. одноразовых защитных масок, которые превращаются в отходы. В своем проекте команда исследователей попробовала включить предварительно измельченные хирургические маски, состоящие из нетканых слоев пластика, в состав переработанного бетонного заполнителя (RCA), который обычно используется в качестве грунтового основания и подосновы асфальта при ремонте и обновлении дорожного покрытия.

Ученые обнаружили, что замещение всего одного процента строительного щебня измельченными масками позволило увеличить пластичность и гибкость всей смеси RCA. При этом новая смесь полностью соответствует требованиям действующих стандартов гражданского строительства.

СТРОИТЕЛЬСТВО КОМПЛЕКСА И ТОННЕЛЯ, СОЕДИНЯЮЩЕГО SOFFRANKO И OLANTREGHE В ИТАЛИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕТРЯННЫХ ОГНЕЙ

Шостко Олег Витальевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Строительство тоннеля – это дорогостоящий проект. Но помимо затрат на его строительство, нельзя не учитывать стоимость его эксплуатации. На мой взгляд одной из основных затрат на обслуживание является освещение тоннеля и оплата затрат на электричество. Данная проблема решается применением в строительстве системы “ветровых огней”, которые помогут сэкономить финансовые затраты.

Главное различие между интерактивными источниками света и ветроэнергетическими устройствами будут заключаться в специальных вентиляторах, которые будут использоваться в качестве генераторов, преобразовывая ветровые потоки от проезжающих автомобилей в электрический свет для освещения тоннеля. Для корректной работы, оборудование будет проставлено вдоль всей трассы тоннеля.

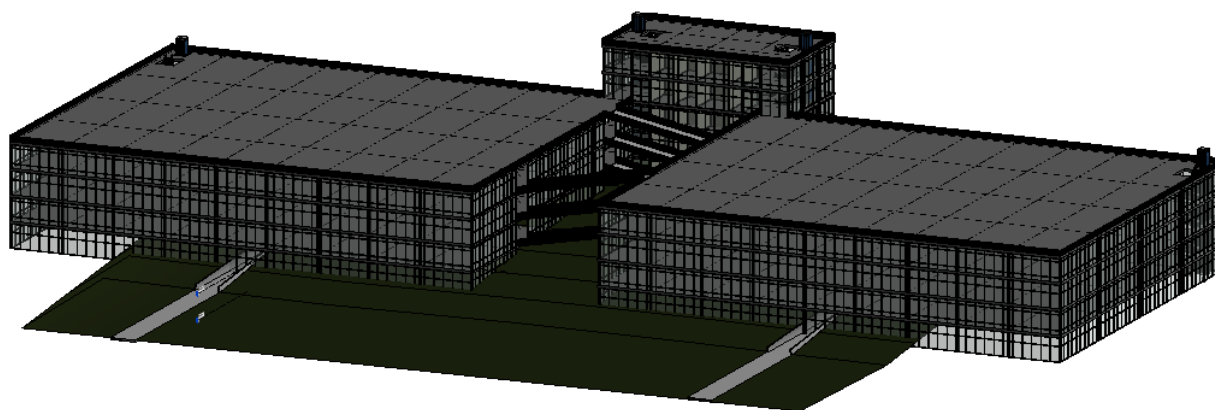


Рисунок 1 – Вид на комплекс и тоннель

Атомная энергетика в Италии отсутствует, поэтому использование альтернативных источников энергии в строительстве можно назвать целесообразным.

Этот способ должен так же хорошо себя проявлять на оживлённых автодорогах,

обеспечивая постоянное освещение маршрута и одновременно сводя к минимуму расходы на электричество.

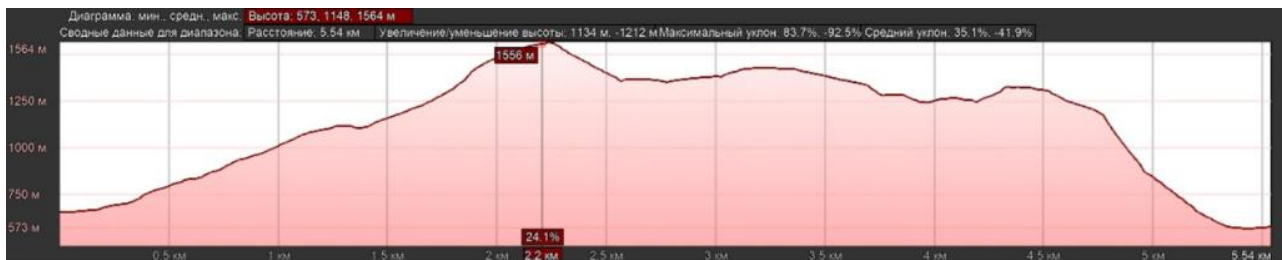


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

Несмотря на все плюсы данной установки, есть и минусы. Одиноким машинам в темноте он не поможет – поскольку для включения ветроэнергетических фонарей требуется достаточно сильный воздушный поток, они загораются не заранее, а лишь при проезде мимо автомобиля.

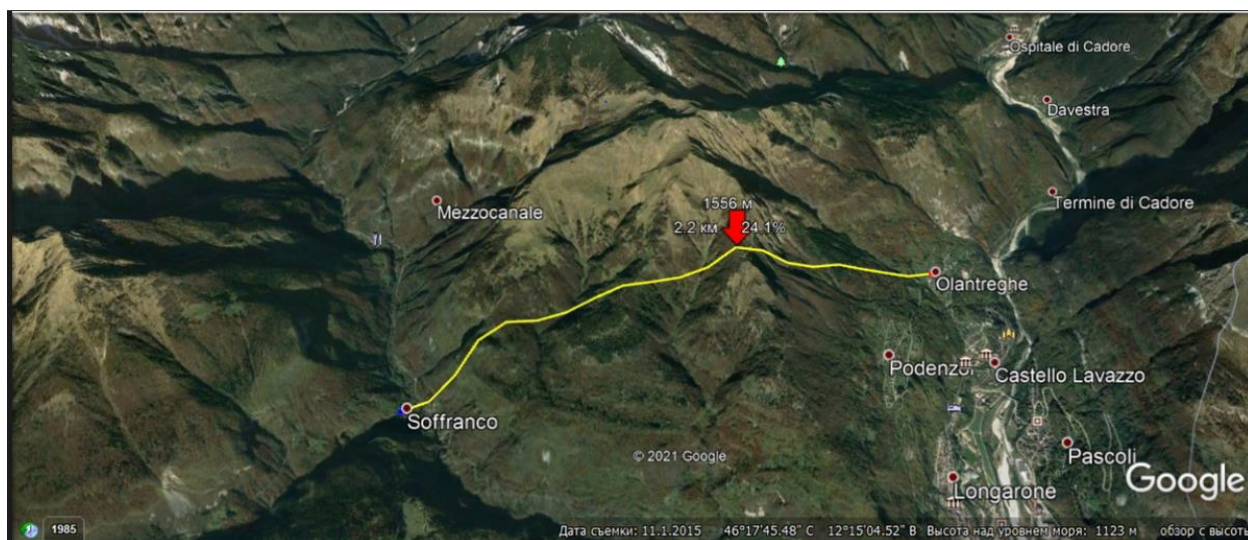


Рисунок 3 –Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

Литература:

1. Автомобильный журнал “Fastmb” [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://fastmb-ru.turbopages.org/fastmb.ru/s/autonews/autonews_mir/5098-innovacionnye-avtomobilnye-dorogi-chto-nas-ozhidaet-v-buduschem.html?turbo_uid=AAcRUEkSKriUjYSf6eU0kmbTjWu6Nd7bDpPbdT189PkB2pClgGr-P0vwRX1QLqPCW9nmVVFjuQzYaUDT-nSpq9LrdfwZsxs8h0n8jw%2C&turbo_ic=AADBa4QP0I0N8q_EUHvR5x6rd5y4je4pui12IxMX_VghWi2jpnwO83_-7msRdY_nABxVOfJ0t5LDKaMS0Y0QNqpkwe2fPeG49TemCPU%2C&sign=ffe6c081416db820b04ef33074d7edeef6ab8e1c4ad85cfd192467f9ec09022b%3A1621900153&parent-reqid=1621900153770711-1255133454126325199000110-prestable-app-host-sas-web-yp-51&trbsrc=wb – Дата доступа: 22.07.2020.

БЕЗОПАСНЫЕ УЛИЦЫ

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

В период с 2010 по 2019 автомобилисты в США нанесли увечья или причинили фатальный урон 53 435 пешеходам. «American National Streets Coalition» считает, что главной виной всех дорожно-транспортных происшествий являются автодороги некорректной планировки (Рис.1.).

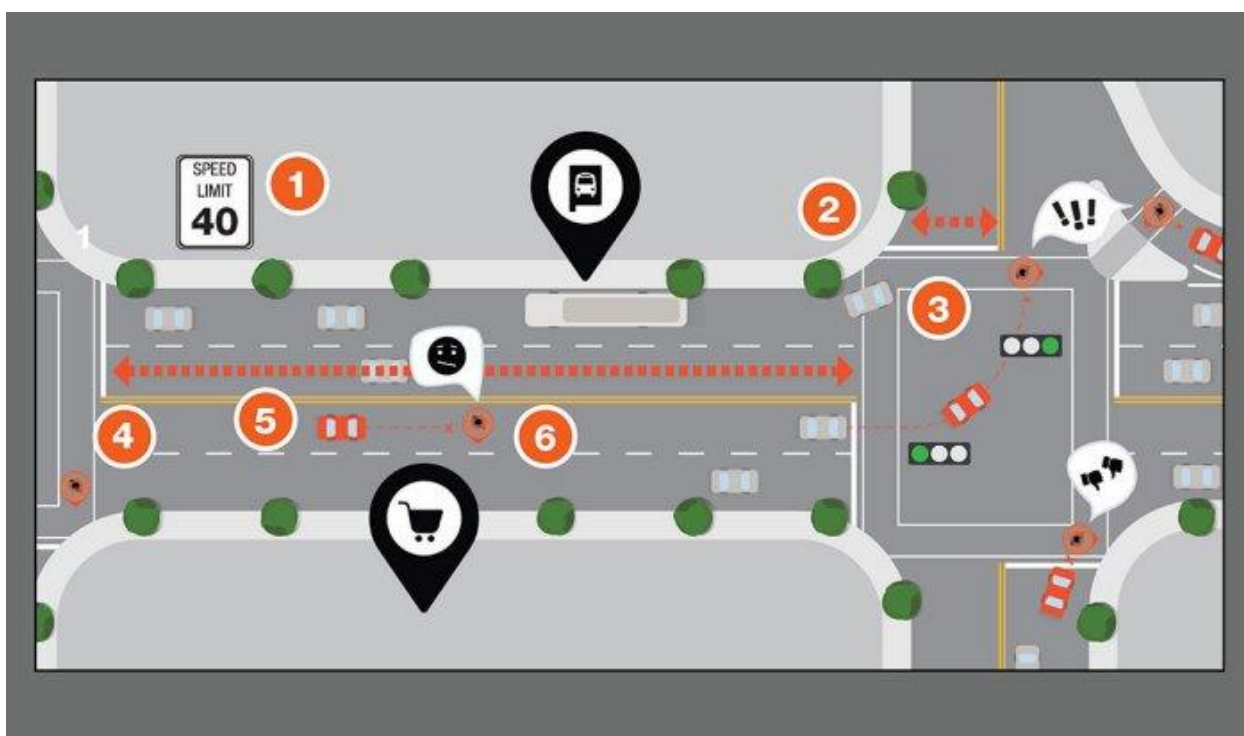


Рисунок 1 – Пример опасной улицы

Шестью основными факторами влияющими на потенциальную опасность улиц, являются:

1. высокий скоростной лимит;
2. широкие полосы движения;
3. полосы разгона, которые позволяют не снижать скорости при поворотах;
4. большие расстояния между пешеходными дорожками;
5. широкие перекрестки;
6. отсутствие либо небольшое количество пешеходных переходов.

Исходя из вышеупомянутых данных Американская национальная уличная коалиция выдвинула проект безопасной улицы. На рисунке 2 представлена идея данного проекта.

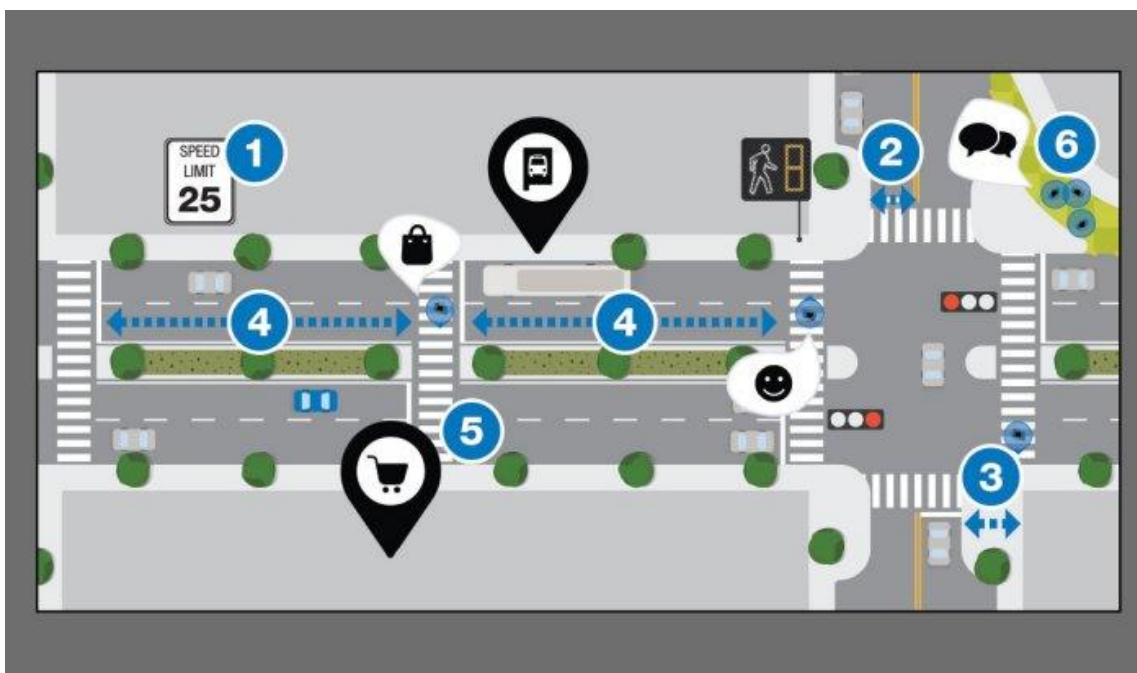


Рисунок 2 – Проект безопасной улицы

Проект «идеальной» улицы содержит в себе следующие пункты:

1. маленький скоростной лимит;
2. узкие полосы движения, которые делают поток плотнее и, следовательно, безопаснее;
3. ярко обозначенные пешеходные переходы;
4. сокращенная дистанция между пешеходными переходами способствует сокращению скорости водителей;
5. островки безопасности;
6. отсутствие полос разгона уменьшает риск столкновений после совершения поворотов.

Литература:

1. American electronical magazine [Electronical resource]. -New Heaven: <https://www.aarp.org/livable-communities/getting-around/info-2021/dangerous-street-design-safe-street-design.html> –Date of access:27.04.2021

ПРОЕКТ СЖАТИЯ ГОРОДОВ

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Из-за всемирной пандемии сокращается и закрывается огромное количество производств, заводов и т.д. В связи с этим происходит деиндустриализация, люди уезжают в другие города оставляя за собой целые заброшенные районы. Для улучшения качества жизни в городах, условий для бизнеса и туризма, даже в разрезе таких неприятных событий, очень важно иметь стратегический план его развития. Голландское архитектурное бюро MLA+ предложило осуществлять проект сжатия городов. (Рис.1).

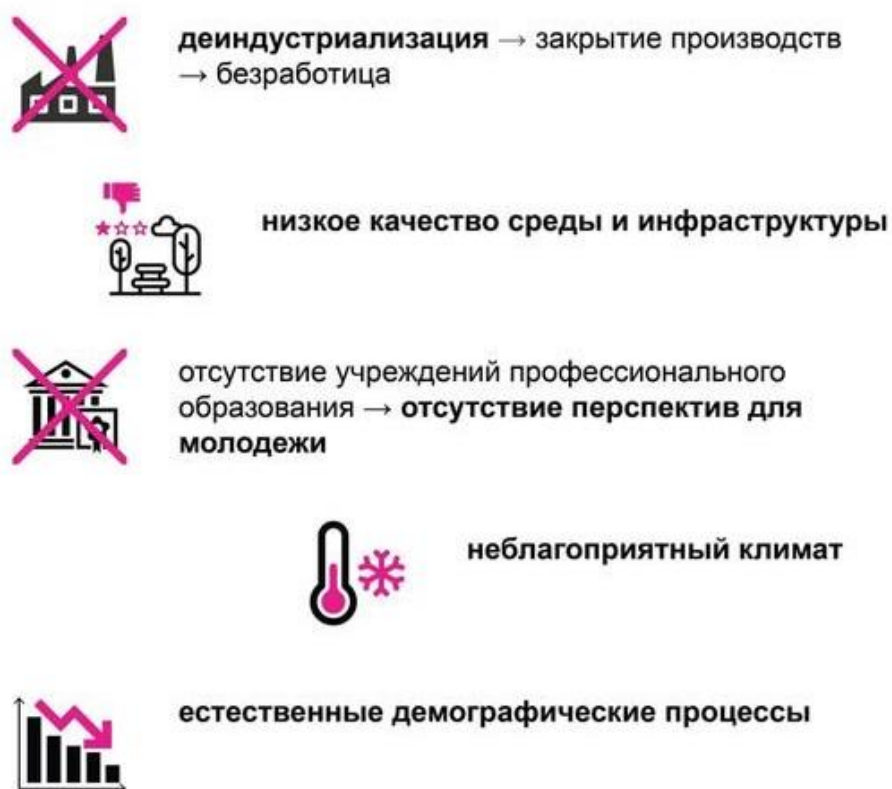


Рисунок 1 – Инфографика: MLA+

Специалисты заявляют, что если сносить пустующие здания и уменьшать этажность пустующих домов, то это должно повышать условия проживания. (Рис. 2).

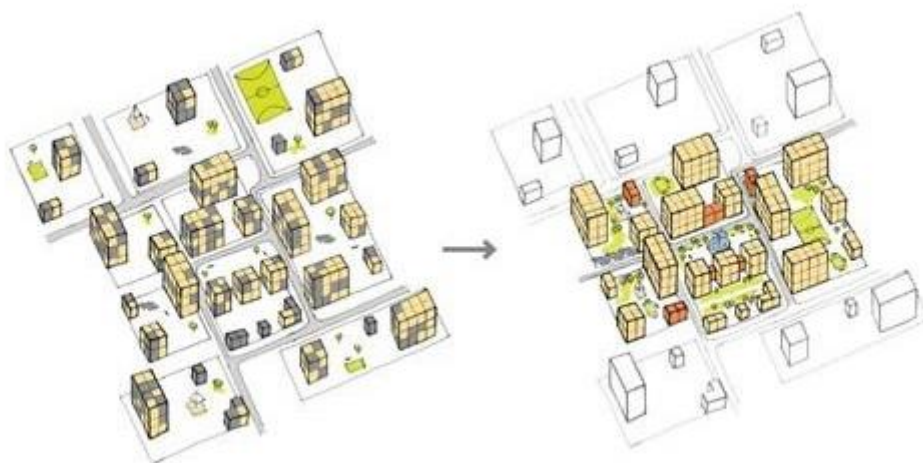


Рисунок 2 – Пространственное сжатие

Средства, которые уходили на поддержание пустующих сооружений будут использоваться для более качественного содержания жилых и работающих территорий, вследствие чего будет повышаться уровень жизни в существующих городах.

Литература:

1. Интернет-журнал[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/news/byuro-mla-razrabotalo-programmu-szhatiya-gorodov> .–Дата доступа:27.04.2021.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПАРТНЫМ В НОВРЕГИИ

Юрашевич Денис Николаевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Транспортная доступность остается одной из главных проблем для экономики и туризма стран с горным рельефом. Решением этой проблемы может стать строительство подземных тоннелей. Тоннель представляет собой искусственно созданное пустотное пространство вытянутой формы. В зависимости от глубины прокладки тоннеля, существует несколько основных методов их строительства. Для строительства запроектированного мною тоннеля, расположенного в горной местности между городами Берген и Арна, строительство будет осуществляться закрытым способом. Для строительства будет использован тоннелепроходческий комбайн. Протяженность участка 7831м. Тоннель соединит два города. Это позволит сократить между ними расстояние дороги почти в три раза.



Рисунок 1 – Трасса тоннеля

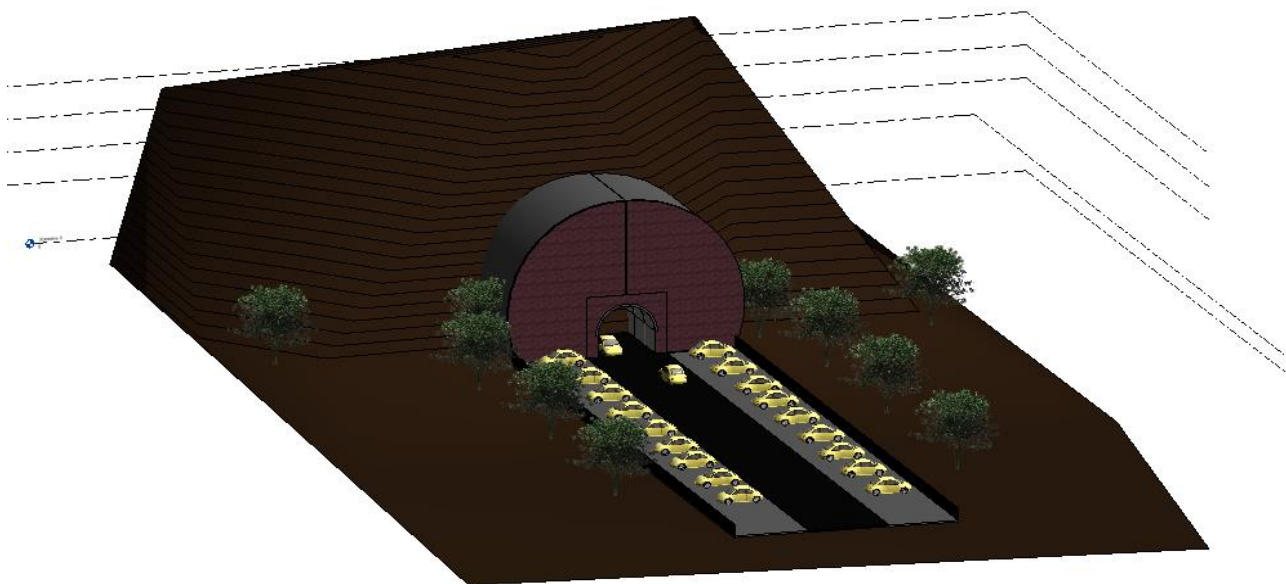


Рисунок 2 – Концептуальная модель портала

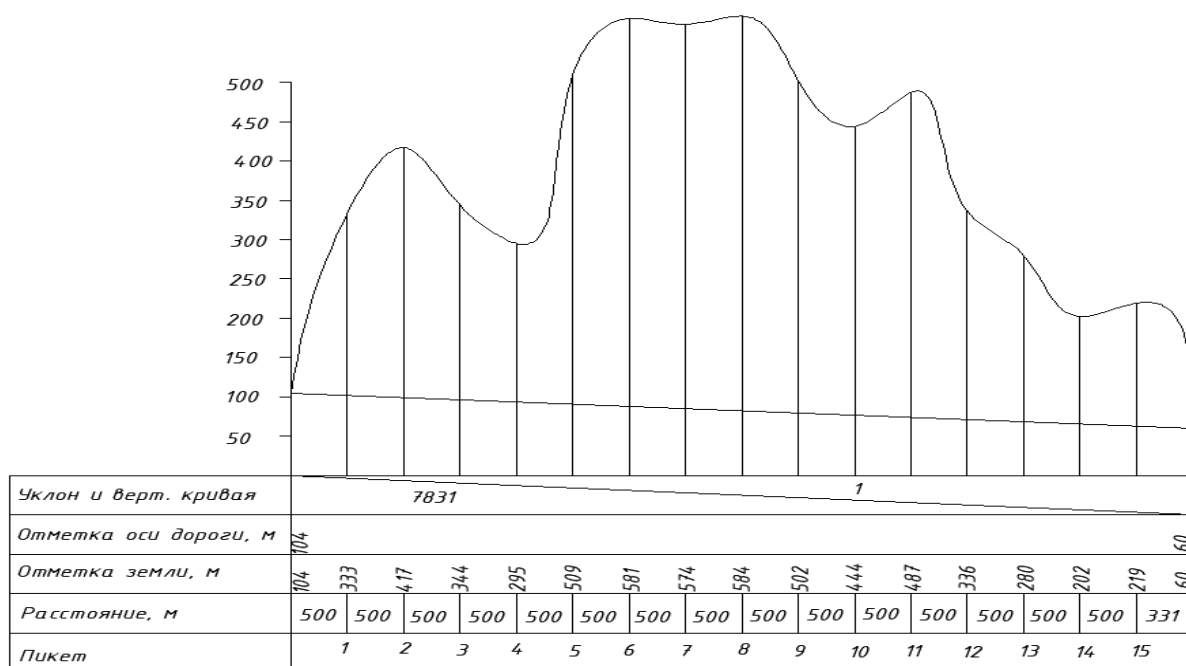


Рисунок 3 – Продольный профиль тоннеля

Была разработана концептуальная модель портала, в которой над входом в тоннель расположен многофункциональный центр. Около сооружения организованы парковочные места.

Горная порода является достаточно твердой для строительства традиционными способом. Поэтому было принято решение использовать проходческий комбайн тяжелого типа КМЗ КП200.

Проходческий комбайн – это комбинированная горная машина, предназначенная для механизированного проведения горной выработки. Ее две основные операции – разрушение и погрузка.

Комбайн массой 80 т. способен проделывать выработки по твердым породам арочной, трапецевидной и прямоугольной форм, площадью поперечного сечения до 40 м². Мощность исполнительного двигателя – 200 кВт. Подъемно-поворотный конвейер способен обеспечить погрузку на любой вид транспорта. Погрузочный орган может плавно менять ширину погрузки.

Ходовая часть комбайна выполнена в виде гусеничной тележки с раздельным гидроприводом на каждую гусеницу, что позволяет комбайну хорошо маневрировать. Гидроприводы позволяют комбайну работать в обводненных зонах.

Исполнительный механизм комбайна имеет режущую коронку, телескопически выдвижную стрелу, систему пылеподавления, которая снижает пылеобразование и защищает от фрикционного искрения.

Комбайн оснащен монтажной площадкой. Также он имеет телескопический крепеподъемник, который имеет блокирующее устройство и позволяет выполнять работу по возведению укрепления безопасной и удобной.

Использование тоннелепроходческого комбайна позволит построить тоннель в кратчайшие сроки, который будет отлично вписываться в существующий ландшафт. В будущем тоннель поспособствует развитию двух городов, а также положительно повлияет на экономику страны.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/gorobor/1094-osnovnoj-otchestvennyj-proizvoditel-gornoprokhodcheskoj-tehniki>.

БАСТАЙСКИЙ МОСТ

*Абраменко Денис Анатольевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

В 1824 году, в скалах Бастая был возведён деревянный мост. К тому времени Бастайские скалы стали популярным туристическим объектом, так как в скалах проходила Малервег (тропинка художников). Эти факторы повлияли на постройку туристических объектов и моста Бастай. В 1851 году мост реконструировали, сделав его из песчаника. (Рис.1).



Рисунок 1 – Бастайский мост

В современное время мост сохранил свой вид с 1851 года. Бастайский мост имеет общую длину более 75 метров и высоту 40 метров. Длина пролётов около 8 метров. Количество арочных пролётов в мосте составляет 7. Основной функцией моста является соединение скал и перекрытие ущелий. (Табл. 1)

Таблица 1 – Характеристики моста Бастай

Год перестройки	Общая длина	Высота моста	Кол-во пролётов	Длина пролётов
1851 г	Более 75 м	40 м	7	Около 8 м

Мост является исторической ценностью и на нём так же присутствуют мемориальные таблички, переплетённые с историей самого моста.

- Первое упоминание Бастайских скал в литературе (1797 г.).
- Первые путешественники по Саксонской Швейцарии, Карл Генрих Николай и Вильгельм Либрехт Гётцингер.
- Первый фотограф заснявший мост Бастай в 1953 году, Германн Крон
Тем самым мост стал хорошим дополнением ко всей атмосфере Бастая и стал его незаменимой частью.

Литература:

1. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / Мост Бастай: описание, история, экскурсии. – Режим доступа: https://tonkosti.ru/Мост_Бастай
2. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / Живописный и опасный мост Бастай. – Режим доступа: Мост Бастай - гуляя над пропастью – Так Удобно! traveltu.ru

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ МЕЖДУ ГЕРМАНИЕЙ И АВСТРИЕЙ

*Атрошенко Павел Алексеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В данном курсовом проекте спроектирован автодорожный тоннель, сооружаемый горным способом. Тоннель будет располагаться на границе Германии и Австрии.

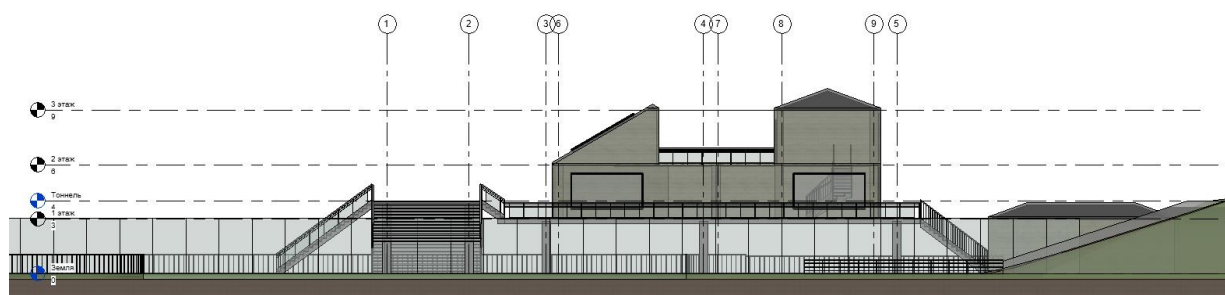


Рисунок 1 – Восточный фасад

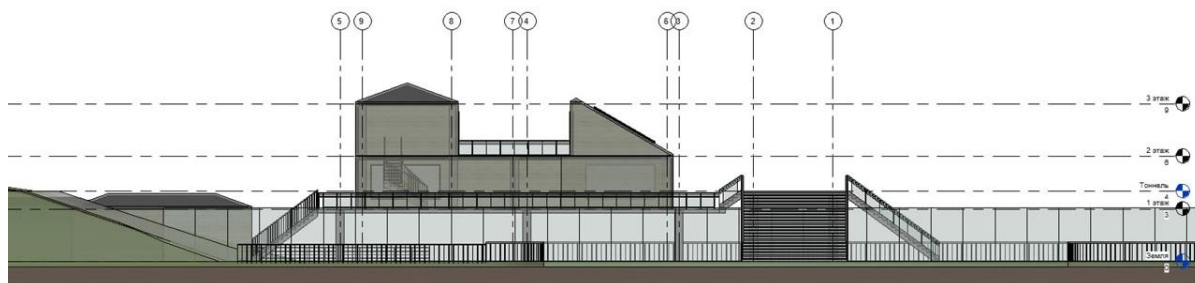


Рисунок 2 – Западный фасад

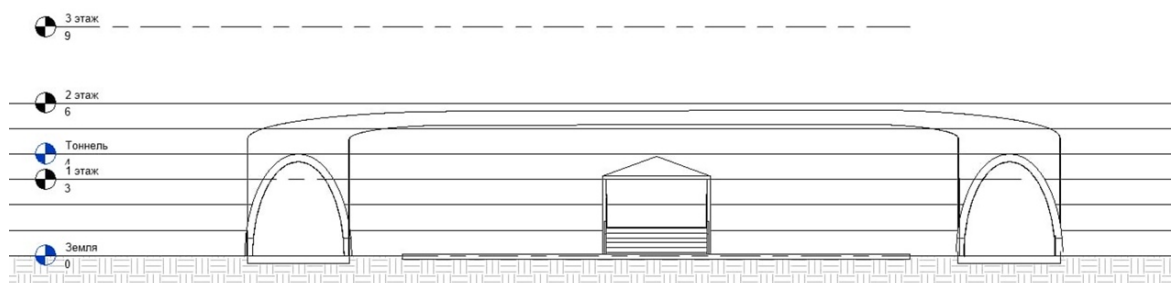


Рисунок 3 – Разрез 1-1

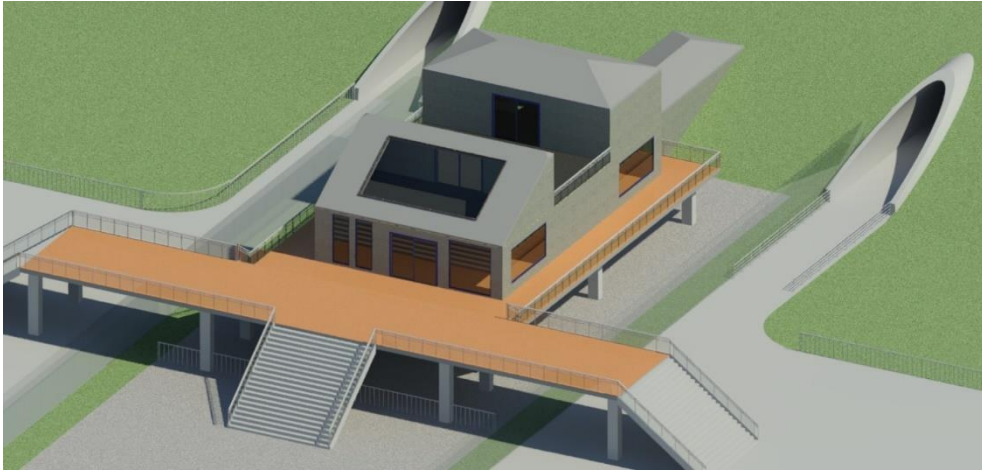


Рисунок 4 – Общий вид портала



Рисунок 5 – Эвакуационный выход из тоннеля

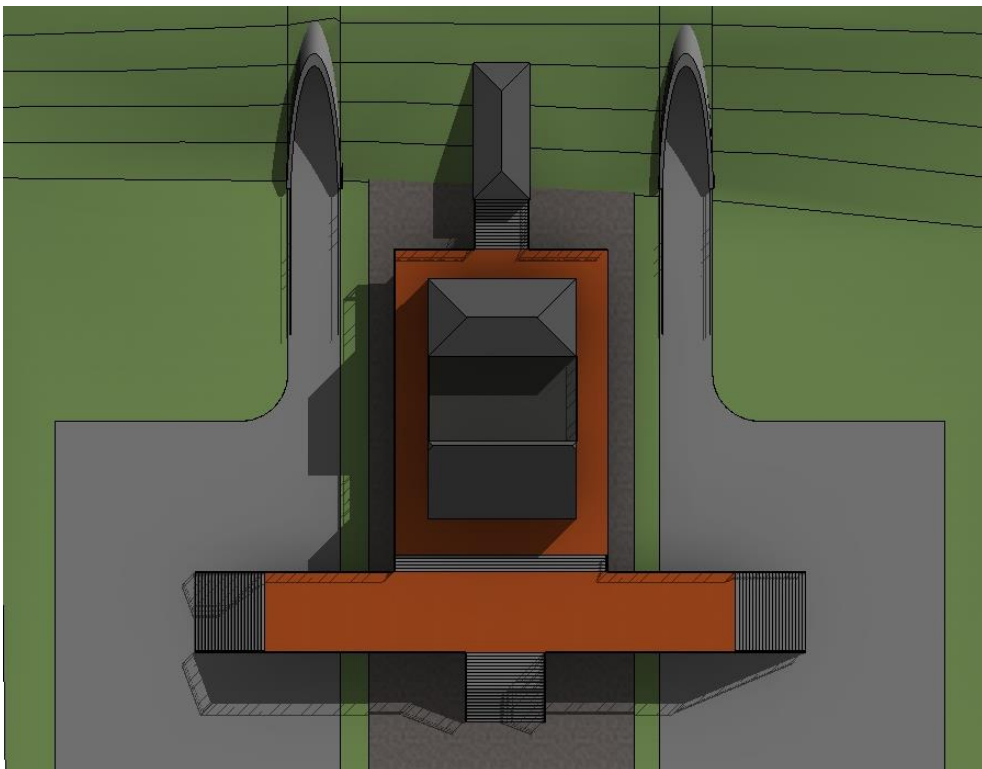


Рисунок 6 – План здания на отметке 0.000

В портале запроектирован фут-корт и многофункциональная зона отдыха, для комфортного ожидания своего трансфера.

В качестве инновационной разработки, я бы рекомендовал использование «музыкальных» дорог. Эта технология не только добавляет антуражности и привлекательности дороге, но и добавляет безопасности на проезжей части, ведь при наезде на белые линии разметки, водитель, услышит специальные мелодии.



Рисунок 7 – Вид музыкальной атодороги

Чтобы развлечь себя во время поездки, автомобилисты, как правило, слушают радио или любимые композиции, записанные на компакт-диски или флешки. Однако водители некоторых стран могут насладиться музыкой, которую создают дороги.

Эти музыкальные, или поющие, дороги имеют своеобразную поверхность, которая, если по ней проехать, вызовет вибрации, отдающиеся в кузове автомобиля мелодичными звуками.

Литература:

1. Сайт Unitools [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unitools.ru>

ФОРМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА

*Будемко Александр Владимирович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

Научный руководитель – Галковская Л.А, старший преподаватель)

Формы оплаты труда

Оплата труда представляет из себя какое-либо обговоренное вознаграждение, будь то денежные или другие материальные ресурсы, на которые был совершен договор между нанимателем и лицом, представляющим свои услуги, оплата производится обычно по выполнению требуемой работы. В большинстве случаев, основной частью для работника является заработная плата.

Форму оплаты труда принято делить на две категории, сдельная и повременную, представленные на Рис. 1

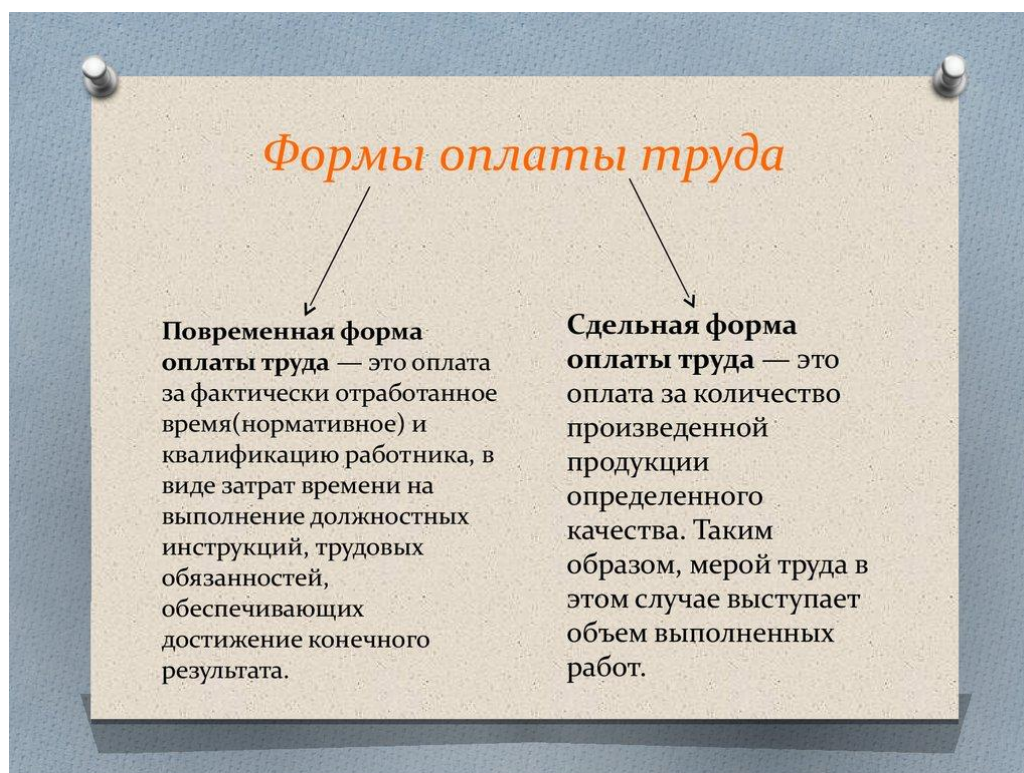


Рисунок 1 — Формы оплаты труда

Сдельная форма оплаты труда

Данная форма представляет из себя выплаты за количество сделанной продукции, или выполненной работы по изначально оговоренной цене.

Сдельная форма делится по определению сдельной оценки на следующие:

- Сдельная прямая
- Косвенная
- Сдельно-премиальная
- Бестарифная
- Сдельно-регрессивная
- Аккордная
- Сдельно-прогрессивная

Повременная оплата труда

Повременная оплата труда имеет деление на простую и повременно-премиальную. Простая представляет из себя оплату труда в зависимости от ставки нанимаемого и за отработанное время, то есть расчет проводится умножением ставки на затраченное время. Так же тариф определяется не только нанимаемым лицом, но может быть предложен нанимателем, который в свою очередь определяет часовой тариф делением месячного тарифа.

При повременно-премиальной системе выплаты идут не только за отработанное время, но, так же имеются поощрения за качественное выполнение работы, либо за ее количественный показатель, превышающий средний показатель по данной сфере услуг.

Литература:

1. Аспект. Тренинговый портал Беларуси [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ta-aspect.by/formy-oplaty-truda> — Дата доступа: 26.12.2020
2. Zaochnik. Формы оплаты труда [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://zaochnik.com/spravochnik/menedzhment/motivatsija-i-stimulirovanie-trudovoj-dejatelnosti/formy-oplaty-truda/> — Дата доступа: 26.12.2020

НОВЫЕ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА ГОРОДА МИНСК

*Будемко Александр Владимирович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Юбилейная площадь

Строительство этой станции (Рисунок 1) было положено на 2014 год , а открытие состоялось уже 7 ноября 2020 года. Название станции характеризует площадь в старом Минске, которая была названа в честь юбилея: 1500 лет Вселенского собора, на котором были утверждены христианские символы.

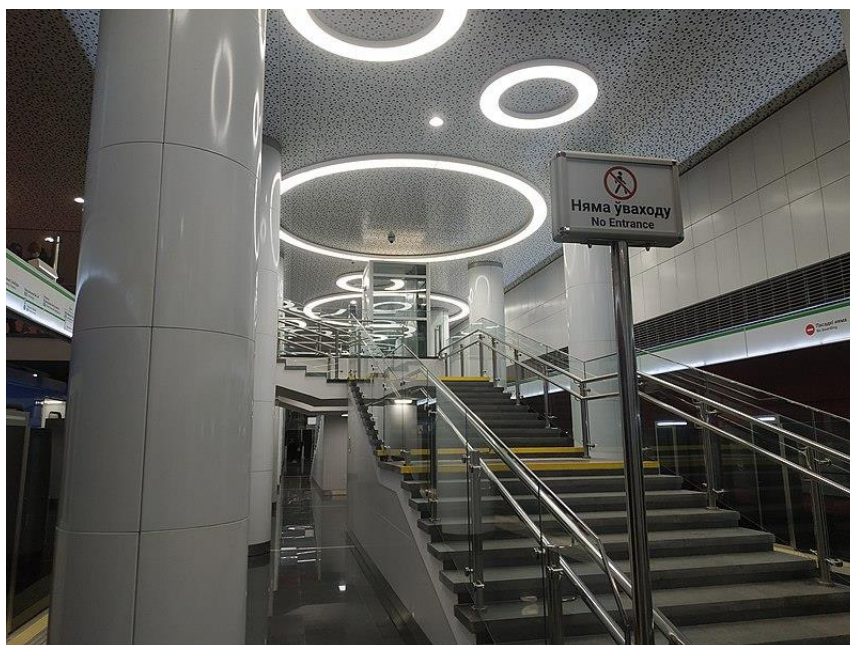


Рисунок 5 – Юбилейная площадь

Данная станция является станцией мелкого заложения, по бокам платформы имеются защитные ограждения, которые препятствуют пользователям метро попадать на пути движения, так же данная станция является самой глубокой на сегодняшний день в Минском метрополитене, ее глубина заложения составляет около 32 метров, а высота подъема эскалатора, который был поставлен в Минск из Солигорска составляет 14.1 метра. Сама по себе станция выполнена в ярких цветах что способствует поднятию вашего настроения. На станции находится скульптура «Солнце» (Рисунок 6)



Рисунок 6 – Скульптура «СОЛНЦЕ»

Станция метро Вокзальная

Даная станция (Рисунок 7), как и Юбилейная находится на Зеленолужской линии, данная станция является еще и пересадочной на станцию Площадь Ленина которая в свою очередь относится к Московской ветке Минского метрополитена. К марту 2017 года была готова на 70 процентов, а уже 7 ноября 2020 года была так же была открыта для общего пользования. Станция залегает на глубине 12 метров имея 105 метровую платформу в длину и 16 метров в ширину.

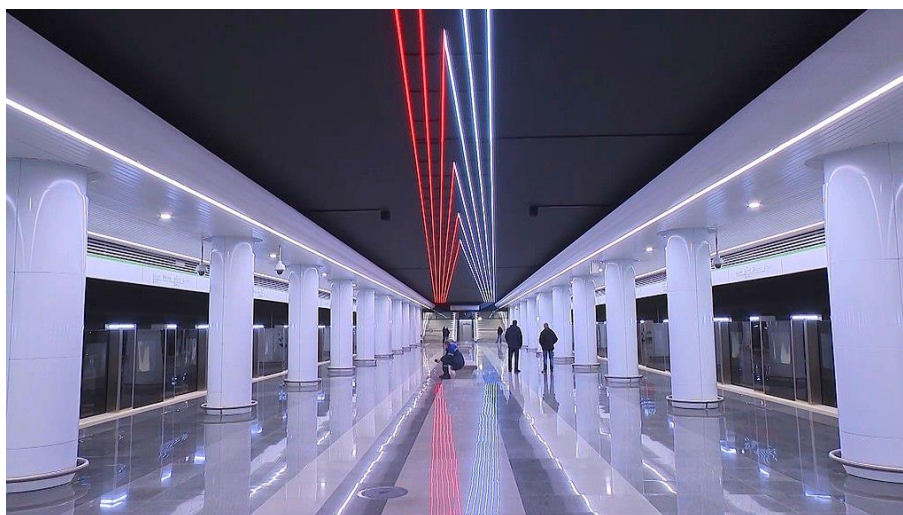


Рисунок 7 – Вокзальная

Темой станции является путешествие, сама станция выполнена в черно-красно-белых тонах. Оснащена современными технологиями для удобства пользователей и также имеет свою скульптуру «Дерево» (Рисунок 8). Всего в городе Минск в 2020 году было открыто 4 новых станции находящихся на одной

ветке метро, каждая станция по-своему уникальна и имеет свой запоминающийся образ.



Рисунок 8 – Скульптура "ДЕРЕВО"

Литература:

1. Википедия. Свободная Энциклопедия. Юбилейная площадь (станция метро) [Электронный ресурс] — Режим доступа: Юбилейная площадь (станция метро) — Википедия (wikipedia.org) — Дата доступа: 20.12.2020
2. Википедия. Свободная Энциклопедия. Вокзальная (станция метро, Минск) [Электронный ресурс] — Режим доступа: Вокзальная (станция метро, Минск) — Википедия (wikipedia.org) — Дата доступа: 20.12.2020

БРУКЛИНСКИЙ МОСТ

*Бурмаков Иван Алексеевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Бруклинский мост, перекинутый через Ист-Ривер от Бруклина до Манхэттена в Нью-Йорке-блестящий инженерный проект 19-го века. Бруклинский мост был первым мостом, при строительстве которого были применены стальные канаты и впервые были использованы взрывчатые вещества при погружении кессона. С момента своего строительства мост стал важной достопримечательностью Нью-Йорка-выдающимся архитектурным достижением, которое до сих пор почитается во всем мире. Соответственно, он был объявлен национальной исторической достопримечательностью Службой национальных парков США.



Рисунок 1 – Бруклинский мост ночью

Бруклинский мост был построен в 1869-1883 по проекту Джона Августа Роблинга, несмотря на огромные трудности. Роблинг разработал свой собственный метод плетения проволочных кабелей, который стал одним из ведущих конструктивных элементов его мостовых конструкций. Роблинг спроектировал мост и ферменную систему, которая была в шесть раз прочнее, чем он думал. Из-за этого Бруклинский мост все еще стоит, тогда как многие из мостов, построенных примерно в то же время, исчезли в истории и были

заменены. Это даже несмотря на поставку некачественного провода в кабелях, поставляемых подрядчиком Дж. Ллойдом Хейгом. К тому времени, когда это было обнаружено, было уже слишком поздно заменять кабели, которые уже были построены.

Главный пролет Бруклинского моста длиной 486 метров (1595 футов) был самым длинным в мире до завершения строительства консольного моста Ферт-оф-Форт в Шотландии в 1890 году. Башни построены из известняка, гранита и цемента. Его проезжая часть, поддерживаемая четырьмя тросами, обеспечивает движение как автомобилей, так и пешеходов. Отличительной особенностью является широкая набережная над проезжей частью, которая, как точно предсказал Джон Роблинг, "в переполненном торговом городе будет иметь неисчислимую ценность. Когда Бруклинский мост открылся 24 мая 1883 года, Эмили Роблинг-жена Джона Августа Роблинга, была первой, кто пересек его. На момент открытия это был самый длинный подвесной мост в мире, на 50 процентов длиннее любого из ранее построенных. Кроме того, в течение нескольких лет башни были самыми высокими сооружениями в Западном полушарии.

Открытие было встречено волной энтузиазма по поводу инженерного чуда.

На момент своего открытия мост быстро стал символом оптимизма того времени. Джон Перри Барлоу писал в конце двадцатого века о "буквальном и подлинно религиозном прыжке веры", воплощенном в Бруклинском мосту.

В своей второй книге "мост" Харт Крейн начинает со стихотворения, озаглавленного "поэма: к Бруклинскому мосту." Мост был источником вдохновения для Крейна, который купил несколько квартир специально для того, чтобы иметь различные виды на мост.

17 июня 1977 года мост был внесен в Национальный реестр исторических мест, а 24 марта 1983 года был объявлен национальным историческим инженерным памятником.

МОСТ ПОНТЕ-ВЕККЬО

*Буц Владислав Витальевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и Тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Мост-это сооружение, построенное для того, чтобы преодолеть какое-либо препятствие (водоемы, долины или дороги), не закрывая путь под ним. Мосты строят с целью обеспечить проход в таких местах, которые трудно или невозможно пересечь. Существует очень много разных конструкций, каждая из которых служит определенной цели и применима к различным ситуациям. Конструкции мостов варьируются в зависимости от функции моста, характера местности, на которой он построен и закреплен, материала, используемого для его изготовления, и средств, имеющихся для его строительства.

Судя по всему, самыми ранними мостами были поваленные деревья, ступеньки и дощатые мосты через болотистую местность.

Существует 9 основных видов мостов: арочный мост, балочный мост, мост из балок таврового сечения, висячий мост, консольный мост, мост со сквозными фермами, вантовый мост, разводной мост и наплавной мост.

Я хочу рассказать про мост Понте-Веккьо. Он относится к типу арочных мостов и является одним из самых старых мостов во Флоренции. Кстати, «Веккьо» по-итальянски означает «ветхий, старый», а «Понте» – «мост». Поэтому название Понте-Веккьо говорит само за себя (Рис. 1).



Рисунок 1 – мост Понте-Веккьо

Мост перекинут через реку Арно в его самом узком месте, где, как полагают, он был впервые построен во времена Римской Империи. Изначально римские пирсы были каменными, а сама надстройка-деревянной. Мост впервые появляется в документе 996 года и был разрушен наводнением в 1117 году, и восстановлен в камне. В очередной раз он был разрушен в 1333 году, за исключением двух его центральных пирсов, и снова перестроен в 1345 году.

Во время Второй мировой войны мост Понте-Веккьо не был разрушен немецкой армией, в отличие от всех других мостов во Флоренции. Это было, по мнению многих местных жителей и гидов, из-за прямого приказа Гитлера. Однако доступ к Понте-Веккьо был затруднен из-за разрушения зданий на обоих концах моста, которые с тех пор были восстановлены с использованием комбинации оригинальных и современных конструкций.

Мост состоит из трех сегментарных арок: главная арка имеет пролет 30 метров, две боковые арки каждая пролет 27 метров. Высота арок составляет от 3 до 5 метров, а отношение пролета к высоте 5:1. Неглубокие сегментные арки, которые требуют меньшего количества опор, чем полукруглая арка, традиционно используемая римлянами, обеспечивали легкость доступа и навигации для повозок, запряженных животными. Еще одним примечательным элементом дизайна является большая площадь в центре моста, которую Леон Баттиста Альберти описал как выдающееся украшение города.

Жилой мост во Флоренции-так не зря называется Понте-Веккьо, на нем действительно есть дома! По обе стороны широких пролетов стоят жилые дома и магазины, а между ними проходит пешеходная дорога. С одной стороны моста над домами поднимается коридор с круглыми окнами (Рис. 2).



Рисунок 2 – пешеходная дорога на мосту Понте-Веккьо

Чуть позже мост достроили для правителя Флоренции герцога Козимо Медичи, чтобы он мог ходить по мосту отдельно от простолюдинов, и в то же время наблюдать за ними.

Мост Понте-Веккьо в обязательном порядке входит в культурную программу туристов. Это удивительное сооружение, непривычное с точки зрения современного мостостроения. А также-это древний памятник архитектуры, хоть и переживший несколько реконструкций.

ПОЛИСТИРОЛБЕТОН

*Глушенок Артем Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Полистиролбетон – один из типов представителей лёгкого бетона, представляющий собой композитный материал, основными компонентами такого бетона являются портландцемент и гранулы смешанного полистирола (Рис.1). Благодаря такому сочетанию этих компонентов, материал имеет неплохие характеристики для строительства: устойчивость к гниению, гидрофобность, теплоизоляцию, огнезащиту и морозоустойчивость. Чаще всего этот композитный материал используют в области утепления и звукопоглощения полов, крыш, а также применяется при строительстве несущих стен и перегородок для малоэтажных зданий. Полистирольные блоки имеют в себе достоинства бетона (прочностные свойства), древесины (лёгкость в обработке) и пенополистирола (большие тепло- и звукопоглощающие свойства).

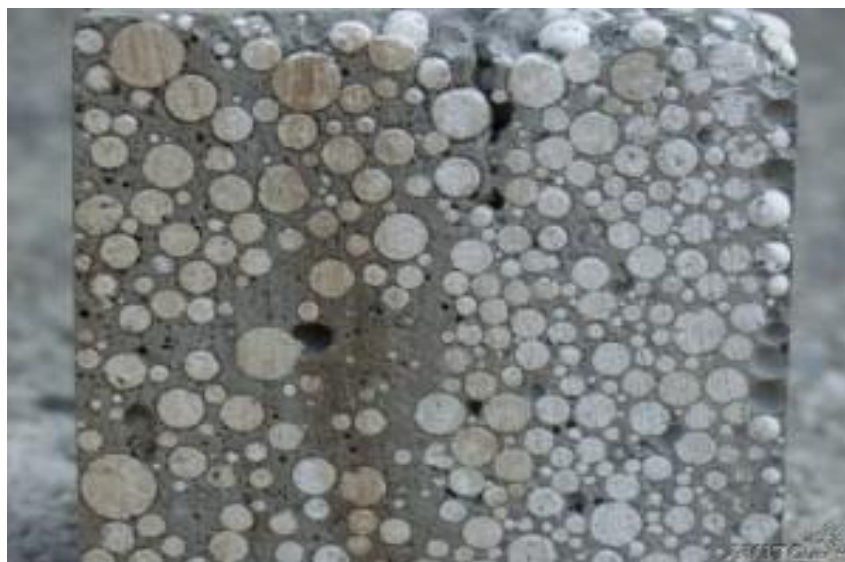


Рисунок 1 – Полистиролбетон

Из-за своей пористой структуры полистиролбетон имеет следующие преимущества:

- Отличная тепло- и звукоизоляция;
- Экономичность;
- Низкая усадка;
- Технологичность (можно легко резать, сверлить и т.д.);

- Оптимальное водопоглощение;
- Низкая проницаемость
- Основные недостатки:
- Низкая плотность;
- Низкая прочность монтажных крепежей (гвозди, анкера, саморезы).

Для исключения отрицательных показателей, во время изготовления полистиролбетонной смеси, к ней добавляют определённые химические вещества, которые приводят к увеличению адгезии цементного раствора к поверхности пенополистерольных гранул, в результате этого значительно увеличивается прочность и плотность готового полистиролбетона.

Литература:

1. Construction technology innovation to watch in 2018. 2017г – URL: <https://connect.bim360.autodesk.com/construction-innovation->
2. Инновационные строительные технологии. – URL: <https://viafuture.ru/katalog-idej/innovatsii-v-arhitekture>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ СУРГАНОВА И МАКСИМА БОГДАНОВИЧА

*Жинь Владимир Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, для строительства станции метрополитена был выбран город Минск, население которого составляет 1 992 685 человека. Местом строительства стало пересечение улиц Сурганова и Максима Богдановича.



Рисунок 1 – Генеральный план с координатами точек строительства

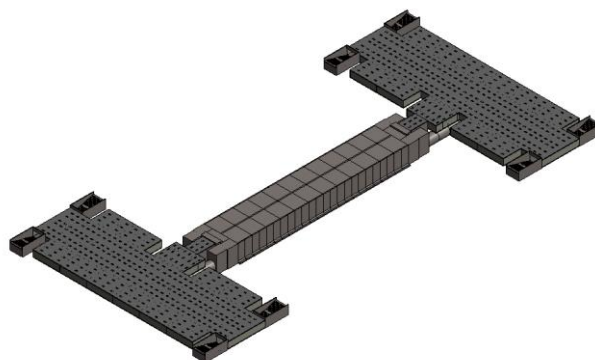


Рисунок 2 – Концептуальная модель комплекса и станции метрополитена

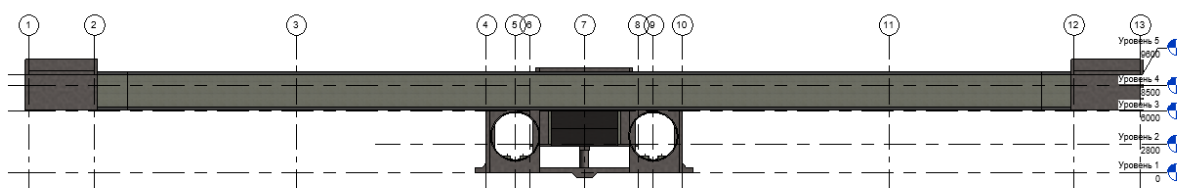


Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - восточный)

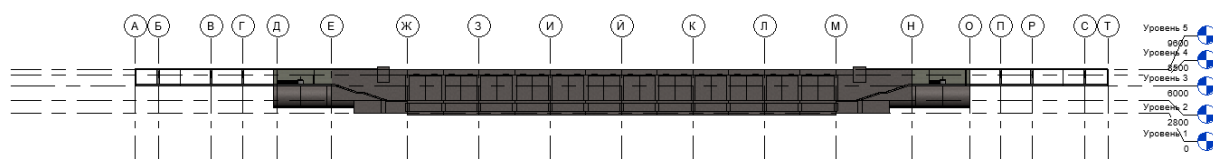


Рисунок 4 – Продольный разрез 1-1 станции метрополитена

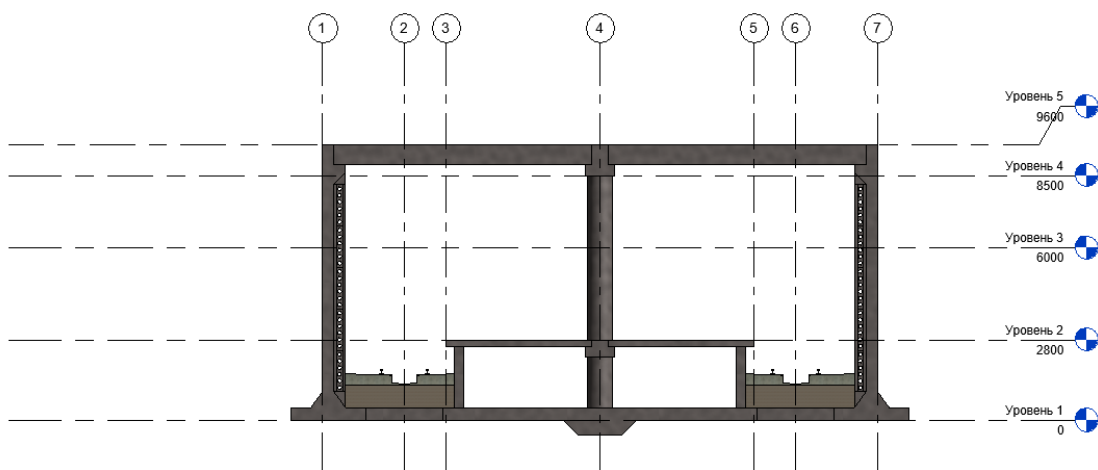


Рисунок 5 – Разрез 2-2 (фасад восточный)

Для станции метрополитена спроектировано два вход/выхода в Северном и Южном направлениях. Для них разработаны подземные переходы, имеющие 4 лестничных марша каждый, по два на обе стороны, позволяющие беспрепятственно передвигаться в нужном направлении на перекрестке улицы Сурганова и Максима Богдановича.

Помимо вход/выхода в вестибюли станции метрополитена, в подземных переходах было спроектировано расположение:

- торговых магазинов;
- помещений общего пользования (туалет);
- служебные помещения;
- кассы;
- центр управления и наблюдения за системами безопасного движения.

В качестве инновационного решения, на данной станции предлагается установить многофункциональные информационные комплексы с сенсорным экраном, оснащенные системой распознавания лиц, терминалами для оплаты и доступом в интернет. Данные комплексы позволяют узнать расписание движения поездов, увидеть движение поездов в реальном времени, построить маршрут, а также оплатить проезд либо с помощью терминала оплаты, либо с помощью системы распознавания лиц. Также стоит отметить, что к запуску на данной ветке планируется новейший поезд, который не требует наличия машиниста для управления.

Имеются дополнительные кассы, где можно приобрести или пополнить количество поездок, а также получить нужную для вас информацию. «Южный»

вестибюль оборудован двойным лестничным маршем с системой поднятия-опускания людей с детскими колясками, багажом и в иных случаях.

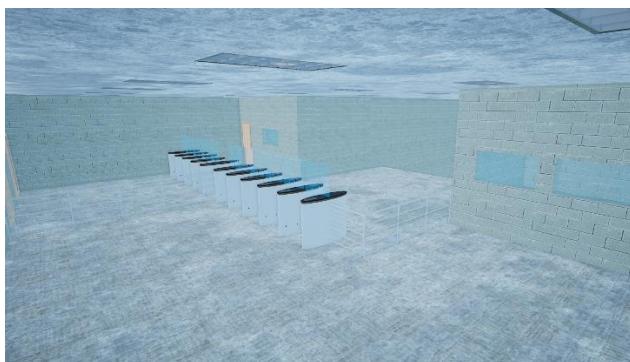


Рисунок 6 – Кассовый зал

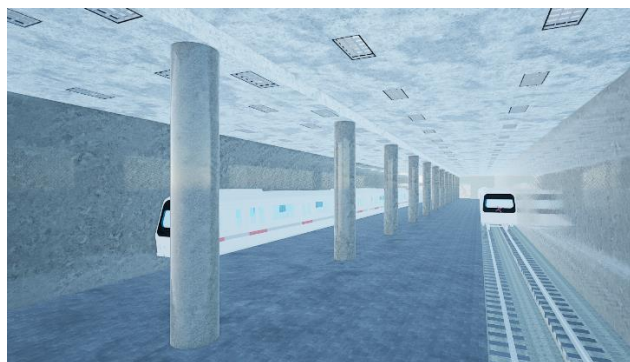


Рисунок 7 – Платформенный участок станции

Конструктивный тип станции: колонная с центральным расположением платформы.

Проектирование станции осуществлялось под стандарты поездов курсирующие на данный момент по минскому метрополитену – 81-540/541 5-ти вагонный состав, длина одного вагона – 19 210 мм, ширина колеи – 1520 мм; а также Stadler M110/M111 4-5-ти вагонный состав, длина состава – 78 360 мм (4 ваг) и 97 650 мм (5 ваг), ширина колеи – 1520 мм.

Средний пассажиропоток минского метрополитена – 805 000 пас/день.

Литература:

1. ТКП 45-3.03-115-2008 (02250). МЕТРОПОЛИТЕНА. Строительные нормы проектирования.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Храпов В. Г. Тоннели и метрополитены: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. 383 с.

МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Захарчук Максим Юрьевич, студент 1-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин. В.А., канд, техн, наук, доцент)

Московский метрополитен был официально открыт 15 мая 1935 года. Состоит Московский метрополитен из 14 линий, расстоянием в 408,1 км. Начинаясь он по проекту от «Сокольники» до «Охотники» с ответвлением на «Парк культуры» и «Смоленскую».



Рисунок 1 – Первая станция Московского метрополитена

В Московском метрополитене 233 станции и 5 реконструируемых («Смоленская», «Рижская», «Каховская», «Варшавская» и «Каширская»). 48 станций признаны объектом наследия, а больше 40 являются памятниками культуры.

К 2024 году по планам должны быть построены ещё 25 станций и 58 километров новых линий.

Первые проекты по созданию метро в Москве появились в 1875 году, когда возникла идея проложить линию от Курского вокзала через Лубянскую и Трубную площади. Но до этого проекта дело не дошло.

В белом зале Моссовета состоялась выставка подземных залов с 30 марта по 9 апреля, станций метрополитена. 33 проекта не получили первую премию. 2 разделили Красные ворота И. Фомина и Кировская Н. Колли принятые к строительству. Из всех проектов получили премии и были приняты к реализации 'Охотный ряд' Ю.Ревковского и 'Сокольники' И.Таранова и Н.Быковой. Также станция Дзержинская, строилась в особо тяжелых условиях и формировалась с особой определенностью, достойной автора Н.Ладовского. Позже станцию «Дзержинскую» переименовали как «Лубянку».

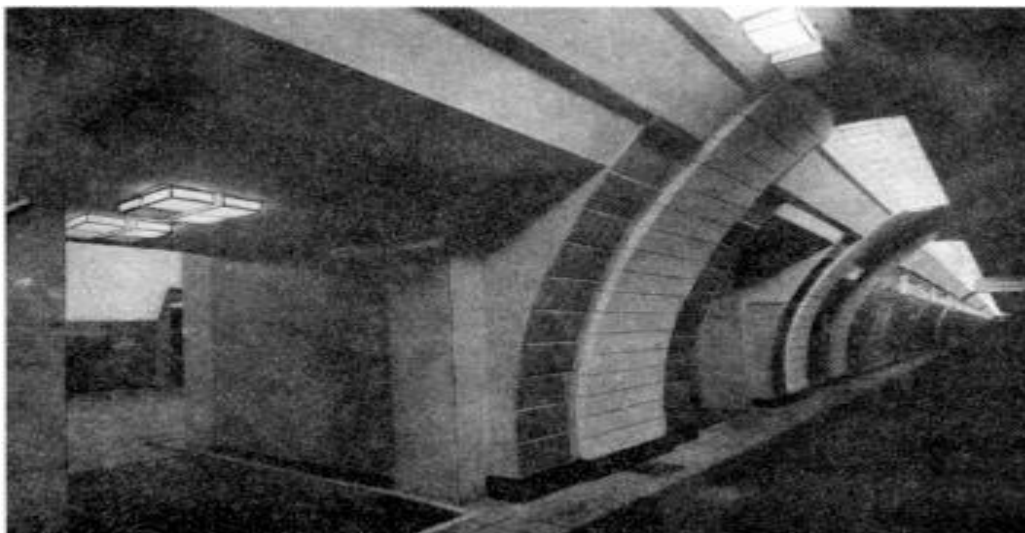


Рисунок 2 – Станция Лубянка

Проектирование Московского метрополитена велось гораздо раньше и проекты были вынесены общественности в апреле 1938 года. После просмотра проектов в Московском архитектурном институте студенческих проектов, В.Веснин констатировал, что проекты очень уникальны.

В 2020 году было открыто 9 новых станций Московского метрополитена. Самой короткой линией в метро является станция Каховская она составляет 3.3 километра.

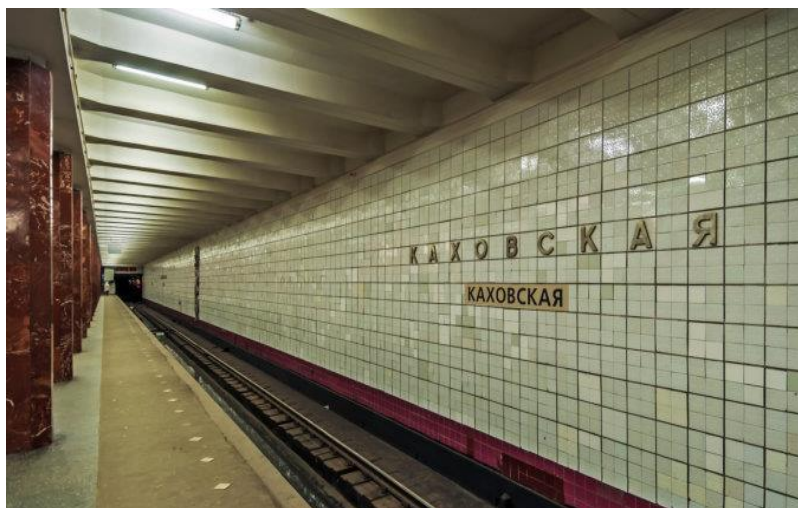


Рисунок 3 – станция Каховская

Название у каждого метрополитена свое, Московский метрополитен носил название имени Кагановича, а с 29 ноября 1995 года носит имя Ленина. Позже руководство решило вернуть на каждую станцию название Метрополитен имени Ленина.

Также метрополитен с открытием в 1935 году получил свой логотип, это буква М в связке с надписью МЕТРО. В 2013 году был объявлен конкурс на лучший логотип метрополитена Москвы и уже в 2014 году студией Артемия Лебедева был выбран стандартный логотип метрополитена. До сегодняшнего времени логотип Лебедева используется в Московском метрополитене.

Первая схема метрополитена бросалась людям в глаза, она также появилась в 1935 году. Схема имела информацию о расстоянии между станциями, о времени, когда приедет поезд.

Также сотовая связь в метрополитене очень хорошая. Связь имеют также переходы, эскалаторные наклоны и перегоны. Все линии обеспечены Wi-Fi

Этим занялся ЗАО «МаксимаТелеком». На протяжении 4 лет устанавливалась связь по всему метрополитену.

Также метрополитен имеет более 30 эксплуатирующих организаций на случай ЧП. Они также выполняют различные и определенные функции.

В метрополитен входит также монорельс, на котором движутся электропоезда, скоростные поезда на которых очень удобно и быстро добираться до любого места.

Самой глубокой станцией является станция Парк Победы, расстояние станции составляет 85м (Рис.4). Станция была построена и открыта в 2003 году.



Рисунок 4 – 85 метров на эскалаторе станция Парк Победы

Московский метрополитен очень долгое время развивался, это очень удобное средство передвижения и очень бюджетное. Метрополитен очень долгое время развивался и сейчас можно сделать вывод что это одно из лучших средств передвижения в России. Также метрополитен является 9 в мире по размеру больших метрополитенов и входит в ТОП-10 мира.

Литература:

1. Официальный сайт Московского метрополитена [Электронный ресурс]. - Режим доступа: mosmetro.ru. – Дата доступа: 19.12.2020
2. Онлайн библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: booksonline.com.ua. – Дата доступа: 19.12.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА РАСПОЛОЖЕННЫХ ДРУГ ПОД ДРУГОМ ТОННЕЛЕЙ МЕТОДОМ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКИ

Зенькевич Максим Олегович, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В данной работе исследуется рациональная последовательность строительства тоннелей, расположенных друг под другом. Взяв за основу тоннель 5-й линии метро Тяньцзиня, с помощью программного обеспечения Flac3D была создана трехмерная численная модель для изучения влияния последовательностей строительства «сначала вверх, а затем вниз» и «сначала вниз, а затем вверх» на осадку поверхности, смещение пласта, радиальное напряжение и смещение футеровки. (Рис. 1).

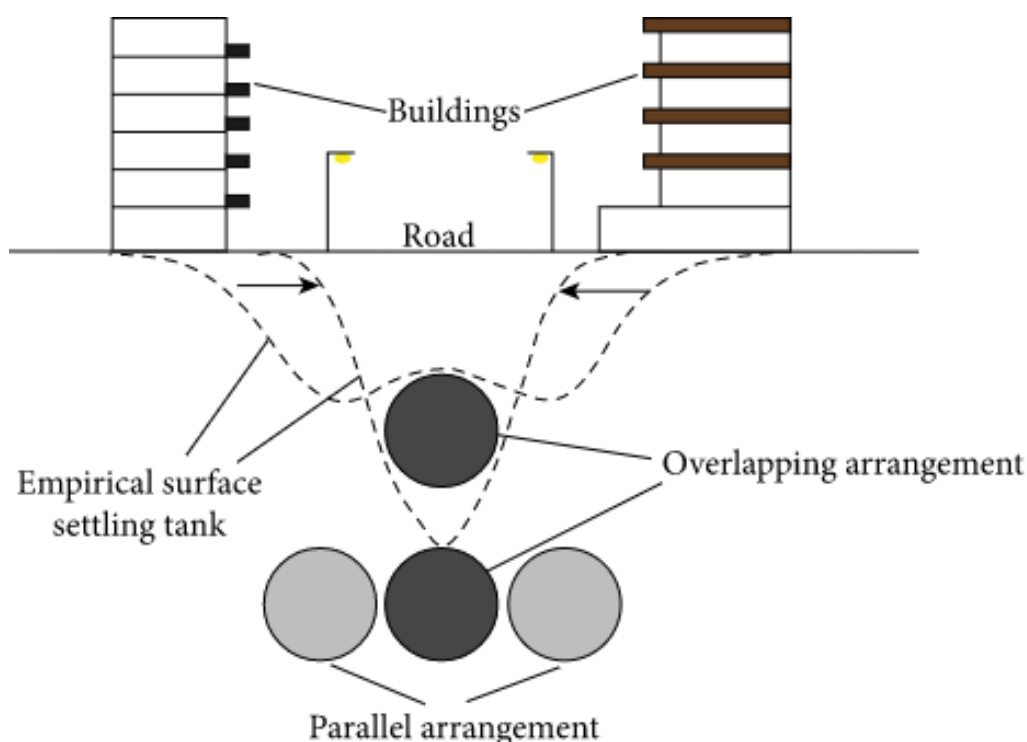


Рисунок 1 – Сравнение зон влияния разного расположения

С помощью численного моделирования (Рис. 2) изучаются закон просадки грунта, вертикальные смещения пласта, радиальное напряжение и деформация футеровки тоннеля при различных последовательностях строительства, что подтверждается данными полевых измерений.

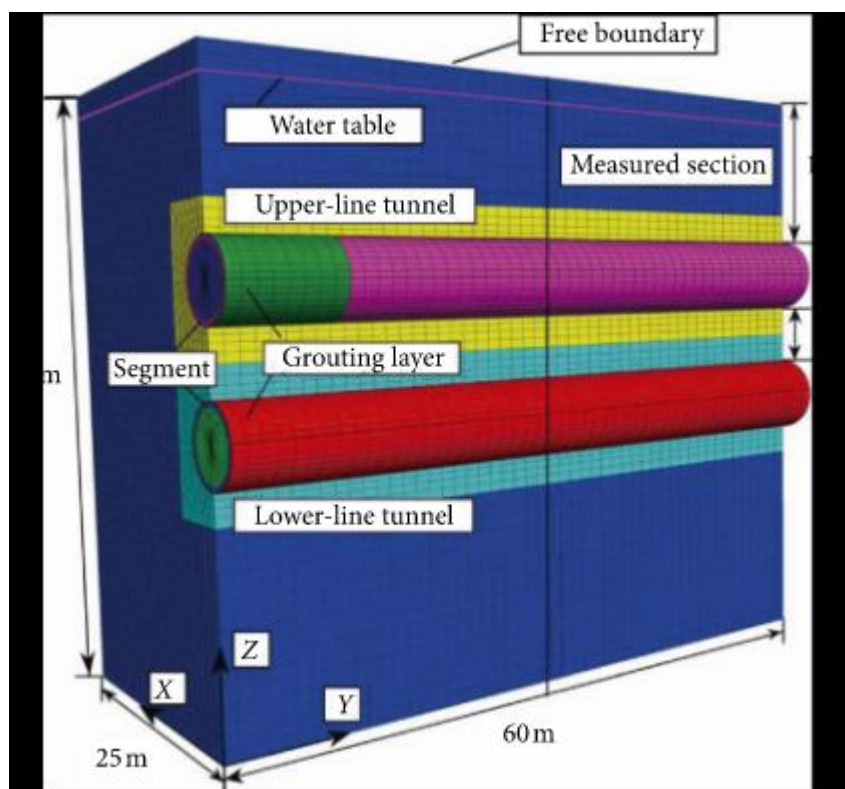


Рисунок 2 – Половина модели численного моделирования Flac3D

При последовательностях строительства «сначала вниз, а затем вверх» и «сначала вверх, а затем вниз», форма и ширина желоба окончательной просадки поверхности в основном одинаковы, а изменение максимальной совокупной просадки очень мало. Кумулятивная просадка, вызванная построением «сначала вверх, а затем вниз», на 1,8 мм больше, чем вызванная последовательностью строительства «сначала вниз, а затем вверх».

Различие между эффектами двух условий на вертикальное смещение пласта в основном происходит в среднем слое верхнего и нижнего тоннелей, слои в состояниях подъема и опускания различаются. В условиях «сначала вниз, а затем вверх», диапазон слоев в состоянии поднятия составляет примерно на $1/3$ ниже нижней границы верхнего тоннеля, а диапазон слоев в состоянии проседания составляет примерно на $2/3$ выше верхней границы нижнего тоннеля. При условии «сначала вверх, а затем вниз», диапазон слоев в состоянии опускания составляет примерно на $1/3$ выше верхней границы нижнего тоннеля, а диапазон слоев в состоянии подъема составляет примерно на $2/3$ ниже нижней границы верхнего тоннеля.

Последовательность строительства мало влияет на предельное радиальное напряжение футеровки тоннеля.

В двух рабочих условиях изменение радиального напряжения футеровки первого тоннеля, вызванное выемкой грунта во втором тоннеле, очень мало, оба

в пределах 4,2%. Таким образом, при различных условиях строительства конструкция второго тоннеля мало влияет на напряжение в облицовке первого тоннеля.

При условии «сначала вниз, а затем вверх» режим деформации футеровки первого построенного тоннеля, вызванный вторым построенным тоннелем, является в основном всплыванием вверх, а величина всплытия вверх составляет приблизительно 7,2-9,2 мм. При условии «сначала вверх, а затем вниз», режим деформации футеровки первого тоннеля, вызванный второй конструкцией, в основном представляет собой просадку, которая составляет примерно -9,1 ~ -10,4 мм.

Путем сравнения просадки поверхности, смещения пласта, радиального напряжения футеровки и смещения в двух рабочих условиях предлагается принять последовательность строительства «сначала вниз, а затем вверх», потому что это вызывает меньшую просадку поверхности и смещение футеровки.

Литература:

1. Д. Диас и Р. Кастнер, Движения, вызванные рытьем туннелей с использованием забойных герметичных экранов - анализ результатов мониторинга и численного моделирования // Инженерная геология, т. 152, нет. 1. С. 17–25, 2013.
2. Р. Хасанпур, Дж. Ростами и Б. Юнвер, Трехмерная конечно-разностная модель для моделирования туннелирования ТБМ с двойным экраном в сдавливающих грунтах // Туннелирование и подземные космические технологии, т. 40. 2014. С. 109–126.
3. Х. Лю, Q. Фанг, Д. Чжан и З. Ван, Поведение существующего туннеля из-за строительства нового туннеля ниже // Компьютеры и геотехника, т. 110. С. 71–81, 2019.

КАК ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ СНИЗИТЬ СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК

Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

В настоящий момент ведётся борьба в грузоперевозках, при этом рентабельность предприятий не выходит за рамки 5%. Продажи товаров на иностранном рынке по заниженным ценам, для вытеснения конкурентов, приводит к банкротству малых компаний, а также наносит ущерб большим компаниям. Возникает вопрос, как при таких условиях увеличить доход и повысить рентабельность перевозок. Так как поднять цену заказчику невозможно, следует максимально снижать издержки и себестоимость каждой перевозки.

Важным фактором являются пробег и себестоимость. Себестоимость состоит из множества факторов, из которых главными являются расход топлива, ремонт техники, износ. По рынку средняя себестоимость 1 километра пути 0,49 дол./км. Основным фактором для привлечения заказчиков из-за лучших условий, так и для роста эффективности бизнеса – это снижение данного показателя. Иногда себестоимость отдельных рейсов оказывается настолько высокой что перевозить данные заказы транспортом компании невыгодно, поэтому можно найти наёмный транспорт по приемлемым ценам, но его также необходимо контролировать.

Между тем, чем больше прибыль компании, тем больший километраж проезжает каждая машина в месяц. На пробег влияют заправка, ремонты, остановки в дорогах, аварии. По этим причинам транспортным компаниям нужно решить следующие задачи: снизить постоянные издержки при увеличении пробега, оптимизировав структуру затрат; оптимизировать расходы на ремонт и топливо, а также фонд оплаты труда. Вот два способа того как можно увеличить пробег машин и снизить издержки.

Почти в каждой транспортной компании около 46% расходов – обеспечение операционной деятельности и амортизация автопарка, постоянные расходы на офис и так далее. В то время как транспорт и все попутные расходы относятся к переменным издержкам и составляют 54%. Расходы на топливо входят в переменные расходы и составляют третью часть от них.

В большинстве случаев в автопарках компаний преобладают автомобили с объемом бака 350 литров. При этом заправляют не весь бак, для того чтобы избежать кражи топлива. По этой причине водителям нужно чаще заезжать на заправки, что отнимает примерно 30 минут, которые он мог быть в пути. Более этого, из-за постоянных заправок изнашиваются тормозные колодки при посещении АЗС. Исходя из этого, водителям нужно заправлять сразу полный бак и посещения заправок ими сократится до двух раз. Также следует установить датчики уровня топлива, что еще раз позволит решить данную проблему.

Для увеличения экономии топлива все чаще внедряют систему бережного вождения. Из-за частого превышения скорости, расход топлива увеличивается до 10%. Кроме этого, данная технология позволит контролировать такие аспекты как: разгон, резкое торможение и т.д. Контроль вождения снижает риск аварий с утратой груза и машины.

Ещё одно решение данной проблемы – назначить на одну машину двух водителей, которые будут работать по сменам. При данной схеме, учитывая все параметры, можно увеличить пробег примерно в два раза, в тоже время, снижая риск аварии.

Подводя итоги, внедрение технологий позволит снизить цены на услуги без убытков для компании. Увеличение автопробега в два раза допускает увеличение выручки, при этом стоимость услуг будет гораздо меньше, чем у других компаний. Также даст возможность выполнению одинакового объема заказов меньшим числом транспорта и окупит инвестиции для автоматизации автопарка меньше чем за 6 месяцев.

Литература:

1. Сайт Pro.rbc.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro.rbc.ru/demo/5def0a039a7947067678b3d9>. –Дата доступа: 16.12.2020.

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ

Клачков Евгений Дмитриевич, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Тоннели относятся к списку самых сложных объектов для строительства. При строительстве тоннелей необходимо учитывать множество факторов, таких как назначение самой конструкции, тип климата, тип почвы, давление грунта, влияние грунтовых вод и их колебаний, наличие агрессивных сред и т.д.

Для долговечности конструкции нужно использовать правильную и надежную гидроизоляцию.

Радикальным средством, которое помогает защитить тоннель от влаги, является включение в его конструкцию замкнутых водонепроницаемых геомембран. Видов геомембран огромное количество. Они могут отличаться по фактуре, по типу рельефа, по типу соединения, по типу сырья.

По количеству плюсов, данный метод превосходит все остальные.

- К плюсам можно отнести:
- Колоссальная прочность;
- Растяжимость;
- Химическая устойчивость;
- Экологичность;
- Высокая стойкость перед биологическими процессами;
- Простота монтажа.

Материал мембран обладает потрясающим свойством самоуплотнения, благодаря чему появляется возможность уплотнять небольшие повреждения на бетоне, вызванные геологическими процессами.

Перед применением данного материала придется провести кое-какие дополнительные работы. Необходимо очистить поверхность от мусора и других веществ способных навредить качеству изоляции. Можно использовать пескоструйный способ очистки, травление и т.д.

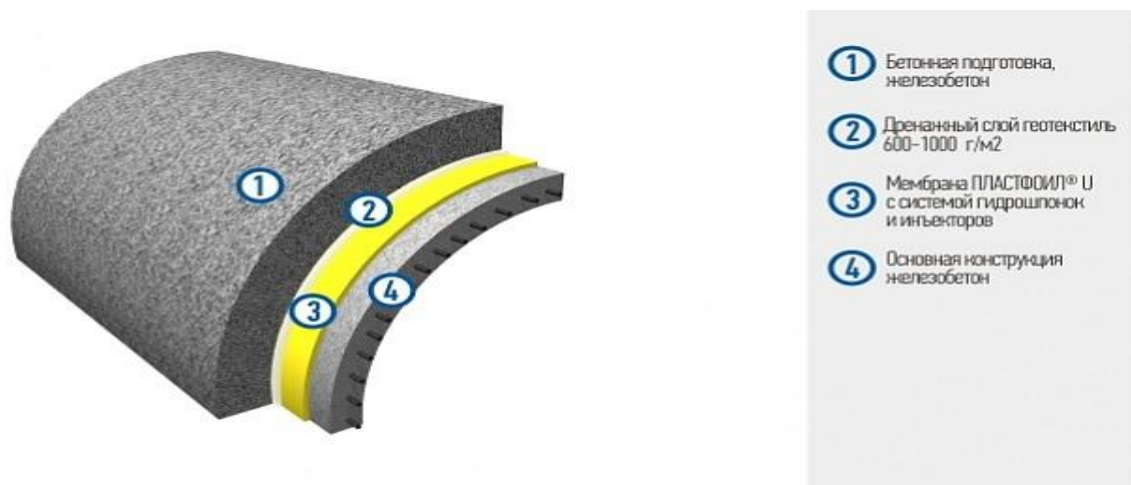


Рисунок 1 – Гидроизоляция тоннеля.

Я считаю, что применение геомембран в гидроизоляции тоннелей является наиболее удобным и практичным средством при защите от влаги и ее последствий.

Литература:

1. Мембраны в гидроизоляции метро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pvh-membrannaya-krovlya.ru/gidroizolyatsiya-tonnelej/>
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». – Москва, 1993 г.
3. Туренский Н.Г., Ледаев А.П. «Строительство тоннелей и метрополитенов». – Москва, 1992. 264с.

ПЛАВАЮЩИЙ ТОННЕЛЬ

Колбик Егор Сергеевич, студент 1-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Живописные Фьорды сильно усложняют жизнь местным автомобилистам. Погода в Норвегии непредсказуемая: ледяные ветры, горные серпантины, снег и гололед здорово усложняют транспортное движение внутри страны. Для того, чтобы добраться водителю от Кристиансанна в Тронхейм ему придется преодолеть около 1300 километров опасных дорог, использовать 7 паромов и потратить на все это больше суток (Рис. 1).

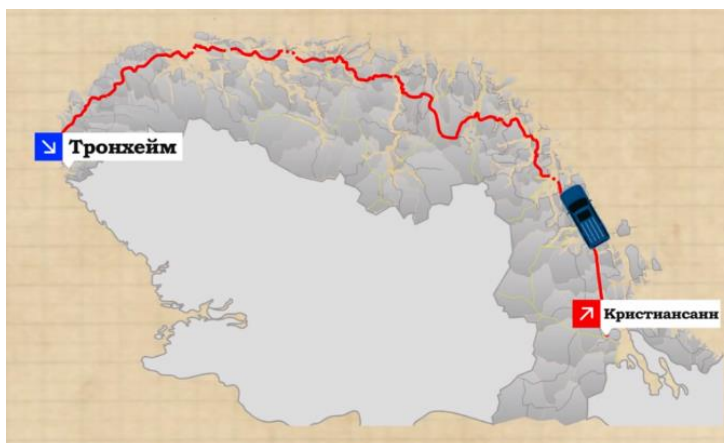


Рисунок 1 – автомобильный путь от Кристиансанна до Тронхейма

В следствии всех этих факторов Норвежцы решили построить подводную дорогу по разработанной ими технологии, так как никто в мире еще подобного не делал. В июне 2017 года план постройки был утвержден во время презентации и включен в национальный транспортный план на 2017-2029 годы. Маршрут включает в себя 6 округов и исключает использование паромов. Время пути должно сократиться до 10-11 часов.

В рамках проекта изучались экологические аспекты строительства, эксплуатации и технического обслуживания, а также рассматривается способ выработки дорогой собственной электроэнергии для освещения.

Норвежцы, специально для своего детища, разработали свою технику строительства подводного тоннеля, прозванная «Floating tunnel», в переводе «Плавающий тоннель». Замысел этого тоннеля предусматривает создание 2-ух

параллельных тоннеля, по одному в каждую сторону автомобильного движения, имеющие по 2 полосы движения (Рис. 2).



Рисунок 2 – расположения тоннельных труб

На глубине 30 метров их будут удерживать тросы, закрепленные на понтонах сверху и тяжелых якорях на дне. Понтонны будут расположены с интервалом в 320 метров (Рис. 3). Этот способ позволяет избежать бурения скал.



Рисунок 3 – закрепления за понтоны

Надежность и безопасность тоннеля не оговаривается, и в связи с этим каждые 250 метров параллельные трубы сообщаются аварийными проходами, а телефоны и камеры расположены каждые 500 метров (Рис 4.).

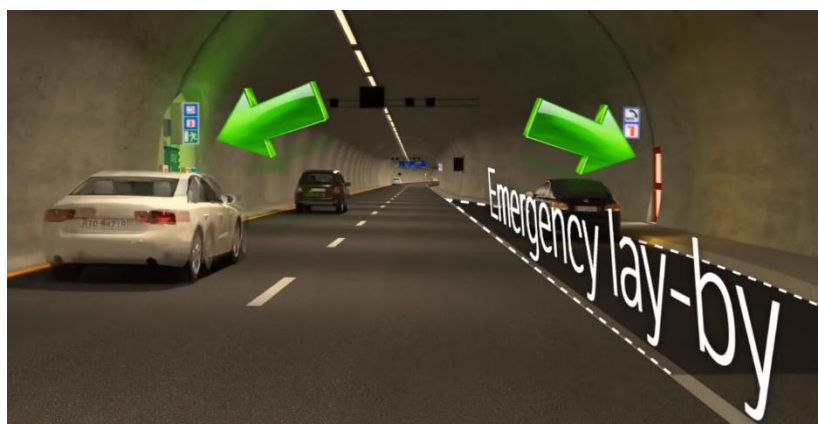


Рисунок 4 – условное расположение аварийных проходов

Этот тоннель прошел все испытания: таранили трубы подводной лодкой, проводили серию взрывов, даже рассмотрели вариант тонущего корабля, ударяющегося об тоннель. Тесты продолжаются, но первый этап строительства начался в декабре 2017 года. Длина этого тоннеля составляет 30 километров. Если все пойдет по плану, то запуск состоится в 2035 году.

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА

Кудравец Владислав Сергеевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

В настоящее время математические науки играют важную роль в профессиональной деятельности человека.

Экономическая грамотность человека зависит от того, насколько, он владеет математическими знаниями, и как он может их применять при решении сложных экономических проблем. Изучение экономических задач осуществляется, с помощью таких методов как: математическая статистика, теория вероятности, моделирование, метод оптимизации, а также линейное программирование.

Линейное программирование – неотъемлемая часть математического программирования. Наиболее распространенной задачей линейного программирования является транспортная задача.

Транспортная задача – это задача линейного программирования, которая ставится как задача отыскания оптимального и экономического плана перевозки однородных грузов из пункта отправления А в пункт назначения В. При этом тарифы перевозки грузов из одного пункта отправления в другой –

известны. С помощью транспортной задачи можно найти оптимальный план перевозки грузов, затратив при этом минимальную сумму.

Транспортная задача формируется и помещается в таблицу (Табл. 1).

Таблица 1 – модель транспортной задачи

	b_1	b_2	...	b_n
a_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}
a_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}
...
a_m	c_{m1}	c_{m2}	...	c_{mn}

A_1, A_2 – количество грузов, вывозимых из пункта отправления;

B_1, B_2 – количество принимаемых в пунктах назначения;

$C(I,j)$ – это стоимость перевозки грузов из i – пункта отправления в j – пункт назначения.

Целью транспортной задачи является найти способ для минимальных расходов на поставку и обеспечить доставку продукции потребителю в нужное время и место.

Известны два обобщения классической транспортной задачи, отражающие ситуации, встречающиеся на практике: открытая и закрытая модель транспортной задачи.

Модель транспортной задачи называется закрытой, если суммарный объем груза, имеющегося у поставщиков равен суммарному спросу потребителей (1):

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (1)$$

Если для транспортной задачи выполняется одно из условий (2,3):

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad (3)$$

то модель задачи называется открытой.

Прямые и косвенные затраты - это два основных типа расходов или затрат, которые могут понести компании.

К прямым относятся расходы, непосредственно связанные с оказанием услуг по перевозке. Пример прямых затрат:

- Заработная плата персонала;
- Техническое обслуживание автомобилей;
- Социальные отчисления;

Косвенные затраты – это расходы, связанные с управлением и обслуживанием производства. Они также включают в себя затраты, связанные с поддержкой и управлением компанией. Эти накладные расходы остаются после расчета прямых затрат.

Как и прямые затраты, косвенные затраты могут быть как фиксированными, так и переменными.

Как же снизить затраты на перевозку грузов? Ниже приведены несколько довольно эффективных вариантов:

1. Использование разных видов транспорта. Более гибкие способы передвижения могут помочь компенсировать расходы способами, о которых Вы, возможно, не думали. Следите за транспортными расходами для разных видов доставки и не бойтесь переключаться.

2. Автоматизация логистики. Если Вы можете отслеживать свои посылки с момента их отправки до момента получения вашим клиентом, Вы можете выявить проблемные области в своей транспортной логистике. Данный способ также предоставит Вам информацию о неожиданных задержках в режиме реального времени, что позволит Вам реагировать быстрее и с меньшими затратами.

3. Видимость цепочки поставок. Наблюдение, поддержание прозрачности и контроль Вашей цепочки поставок может снизить непредвиденные расходы. Отслеживая и управляя Вашими продуктами, деталями и компонентами в пути, сбои в обслуживании или огромные задержки отгрузки могут быть быстро устранены. Альтернативные маршруты поставок могут быть реализованы быстрее, что способствует лучшему контролю затрат. Хотя невозможно предсказать сбои в логистическом процессе, использование информационных панелей в режиме реального времени может дать менеджерам лучшее представление о смягчении потенциальных проблем в будущем.

4. Своевременное планирование и составление графиков. Обеспечение своевременности операций имеет большое значение для снижения неэффективности, что может предотвратить ненужные и завышенные логистические расходы.

5. Объединение поставки разных продуктов или отправка продукции для разных клиентов в одну точку. Таким образом, Вы можете сэкономить деньги, используя более полную доставку грузов;

6. Рассмотрение возможности использования складских услуг. Если Вы отправляете множество грузов из одной и той же точки А в одну и ту же точку Б, особенно на большие расстояния, использование складов ближе к Вашим клиентам сократит Ваши транспортные расходы.

Так же, немаловажным фактором является бухгалтерский учет затрат на грузоперевозки:

Учет транспортных расходов - это особый раздел в журналах учета бизнеса. И для многих компаний, которые отправляют товары на регулярной основе, стоимость грузоперевозки может стать значительным расходом в течение года. Знание того, как правильно оплачивать расход на грузоперевозку, может улучшить чистую прибыль предприятия. Менеджеры должны знать, как регистрировать транспортные расходы в бухгалтерском учете, чтобы делать точные финансовые прогнозы и текущие бизнес-решения.

Крайне важно, чтобы члены вашей бухгалтерии оставались бдительными при учете затрат на транспортные расходы. Оптимизация вашего учета затрат на грузоперевозку может сэкономить значительную часть стоимости каждой отдельной поставки, будь то входящая или исходящая. Одним из важнейших

факторов оптимизации вашей региональной или даже международной цепочки поставок является оценка существующих структур затрат и взаимоотношений - чем лучше ваши записи, тем больше возможностей для экономии.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод о том, что решение транспортных задач позволяет найти минимальные затраты на перевозку грузов, выбрать кратчайшей путь маршрута, снизить количество времени на доставку груза, а также сократить различные расходы, что приведет к конкурентоспособности даже малого предприятия. А управленческая грамотность и бухгалтерский учет, в котором непрерывно и взаимосвязано отражаются все документально подтвержденные хозяйственные операции, играют важнейшую роль в успехе компании.

Литература:

1. Сайт pival [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pival.com/>
2. Сайт bizfluent [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bizfluent.com/>

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ФРАНЦИИ

Кучеренко Кирилл Игоревич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для оптимизации движения был разработан тоннель во Франции. Также была создана модель портала и всей инфраструктуры сооружения. Портал представляет собой сооружение с различными площадками для отдыха и развлечения. В данном курсовом проекте спроектирован тоннель, сооружаемый горным способом. Тоннель будет располагаться на Северо-Востоке Франции.

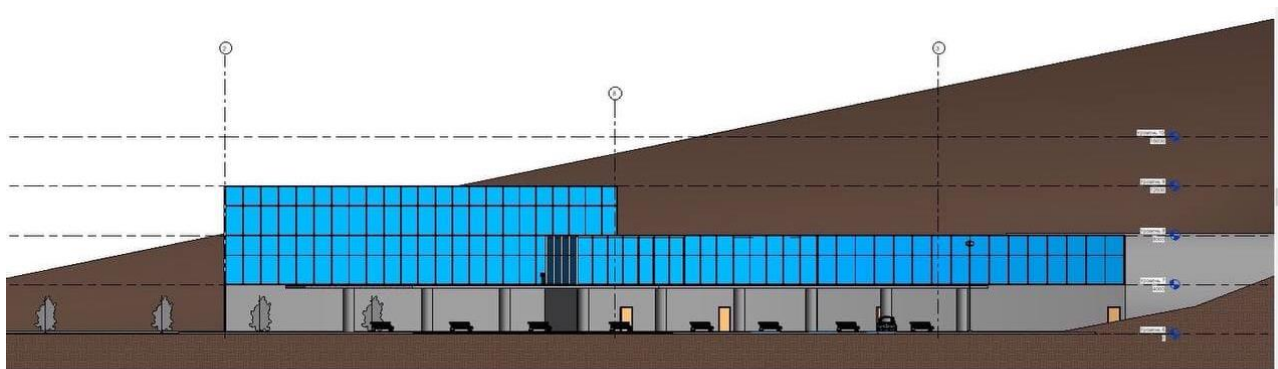


Рисунок 1 – Восточный фасад

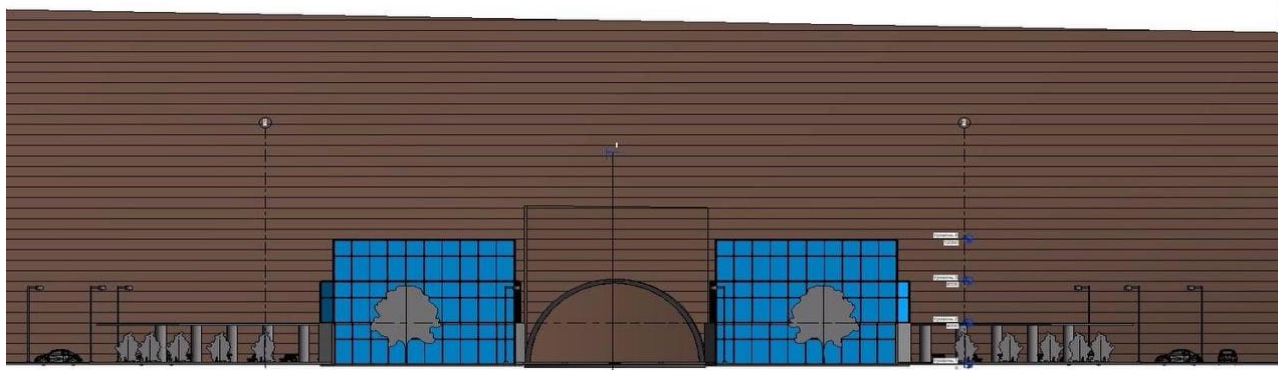


Рисунок 2 – Южный фасад

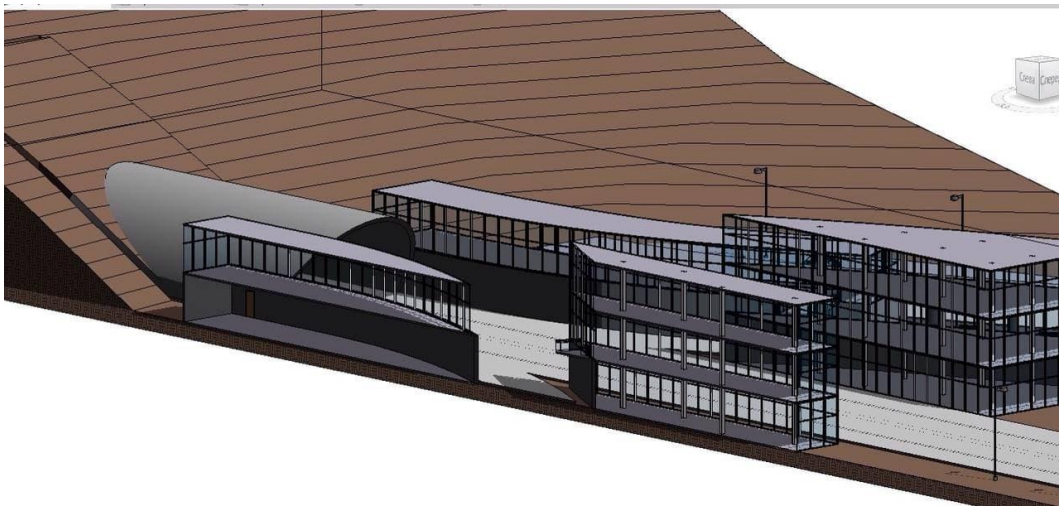


Рисунок 3 – Разрез 1-1

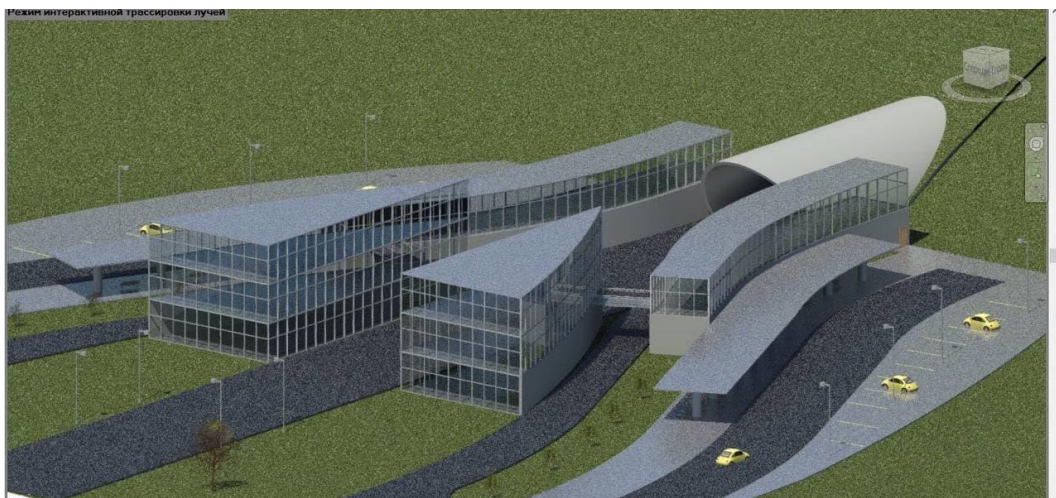


Рисунок 4 – Общий вид портала

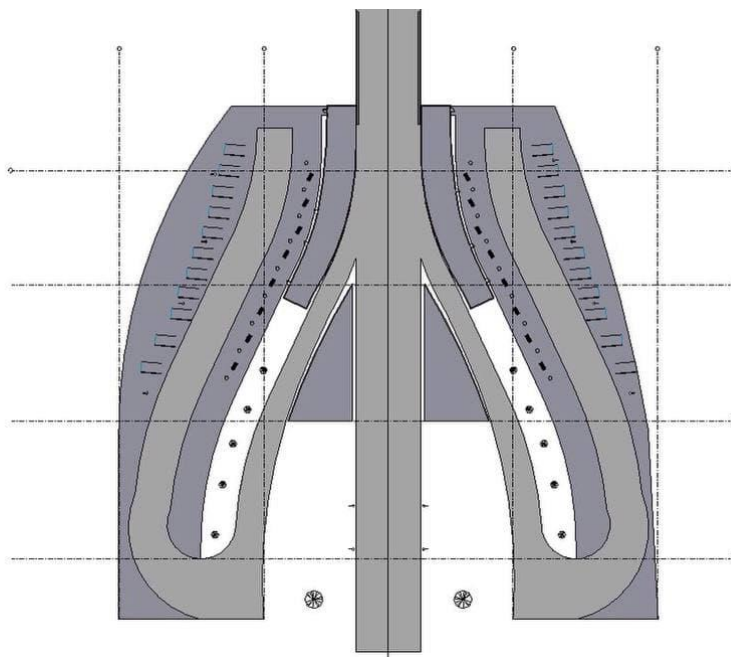


Рисунок 5 – План здания

В Германии, на выставке “Инноваций в тоннелестроении”, компанией VENTS были представлены системы вентиляции для тоннелей нового поколения. Данная компания занимается разработкой и производством систем вентиляции для промышленных и гражданских сооружений. Представленная на конференции система обладает повышенной пропускной способностью воздуха благодаря новым двигателям (Рис. 7). Так же она имеет высокую огнестойкость и благодаря улучшенной форме лопастей двигателя был снижен уровень издаваемого шума.



Рисунок 6 – Системы вентиляции

Литература:

1. Сайт Unitools [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unitools.ru>

ИННОВАЦИИ В БЕТОНЕ

*Микутайтис Егор Иванович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель: Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Бетон является искусственно созданным каменным стройматериалом состоящим из воды, вяжущего вещества и наполнителя разного размера.

Хорошо известный всем бетон уже длительное время остается одним из основных строительных материалов, и вопрос о его совершенствовании стоит очень давно. Интересная разработка появилась не так давно – токопроводящий бетон. Использование данного материала в дорожном строительстве позволит избежать образования ледяных корок. Так же он может применяться в строительстве взлетно-посадочных полос аэропортов. Токопроводящий бетон будет растапливать ледяную корку по всей поверхности проезжей части без участия человека и каких-либо реагентов. В жилом строительстве токопроводящий бетон позволит отражать электромагнитный импульс, тем самым защищая электронику внутри помещения.

Революционный бетон из графена был разработан недавно экспертами из Университета Эксетера с использованием нано-технологий. Графен по своей сути является модификацией углерода, который в последнее время становится все более популярным. Новые технологии позволили создать экологически чистый, более долговечный и прочный бетон. Кроме того, многократно увеличилась водостойкость бетона, что позволит использовать его с большей эффективностью в мостостроении (Рис 1.).



Рисунок 1 – Строение с использование бетона из графена

Стоит отметить, новый бетон, армированный графеном существенно сократил углеродный след традиционных методов производства, сделал его более устойчивым и экологически чистым, также сократилось количество

необходимых материалов для его производства на 50%. Ученые уверены, что новая методика позволит вводить в бетон новые наноматериалы, модернизируя таким образом всемирную отрасль строительства. Поиск новых экологических материалов является важным шагом к сокращению выбросов углерода и способ сократить окружающую среду.

Литература:

1. 1. 7 Construction technology innovation to watch in 2018. Virtual Reality. –2017г – URL: <https://connect.bim360.autodesk.com/construction-innovation-2017>
2. 2. How Virtual Reality Is Set To Change The Construction Industry. Collaboration with Virtual Reality. – 2017г. – URL:<https://vrvisiongroup.com/how-virtual-reality-is-set-to-change-the-construction-industry/>

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Монид Анатолий Владимирович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

Рентабельность в экономике является относительным показателем. Она показывает степень эффективности использования ресурсов предприятия. Для целой оценки ситуации существует специальный коэффициент, который рассчитывается как отношение прибыли к активам. Рентабельность значительно отличается от прибыли тем, что показывает долю прибыли на ед. вложенных средств. В этом деле важна отдача от каждого рубля, который был вложен и соответственно рентабельность за счет этого увеличивается. Увеличение показывает то, что эффективность вложенных средств возрастает. Показатель рентабельности выглядит так:

$$R = \frac{\Pi_{ч}}{A_i} * 100, \quad (2.14)$$

где R – рентабельность, %;

$\Pi_{ч}$ – чистая прибыль предприятия, руб.;

A_i – количество вложенных средств i-го вида;

i – вид вложенных средств (капитал, текущие затраты и др.).

Рисунок 1 – формула показателя рентабельности

В зависимости от вида вложенных средств есть разные типы рентабельности. В данном случае нас интересует рентабельность предприятия. Она показывает, какая доля прибыли получена с одного рубля затрат на производство и реализацию продукции. Мы можем увидеть такую ситуацию, что прибыль одного предприятия будет больше другого, но уровень рентабельности, соответственно эффективность – меньше.

В общем результативность деятельности транспортных организаций может оцениваться с помощью абсолютных и относительных показателей. Прибыль является – абсолютным показателем, а рентабельность – относительным.

Главный нюанс относительных показателей в том, что они дают возможность определить их динамику, но не могут дать сравнительную оценку.

С этой задачей могут справиться относительные показатели рентабельности, потому что они могут отразить всю прибыль с каждого рубля средств, которые вложили. Эти показатели не могут подвергаться инфляции, потому что показывают соотношение всей прибыли и вложенного капитала.

В строительной сфере существуют разные уровни рентабельности. К ним относятся: сметный, плановый, фактический.

Сметный показывает отношение сметной прибыли к стоимости объекта. Плановый показывает отношение плановой прибыли к договорной цене строительства объекта. Фактический же отражает соотношение фактической прибыли от сдачи объекта к фактической стоимости объекта

Показатели, которые мы рассмотрели помогут провести анализ деятельности строительной организации и сделать выводы о результативности ее деятельности.

Литература:

1. Сайт Pandia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/567/13350-4.php> – Дата доступа: 21.12.2020.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ОКОН ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЯ В КАНАДЕ

*Монид Анатолий Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Канаде. Также была создана модель портала и всей инфраструктуры сооружения. Портал представляет собой сооружение с различными площадками для отдыха и развлечения.

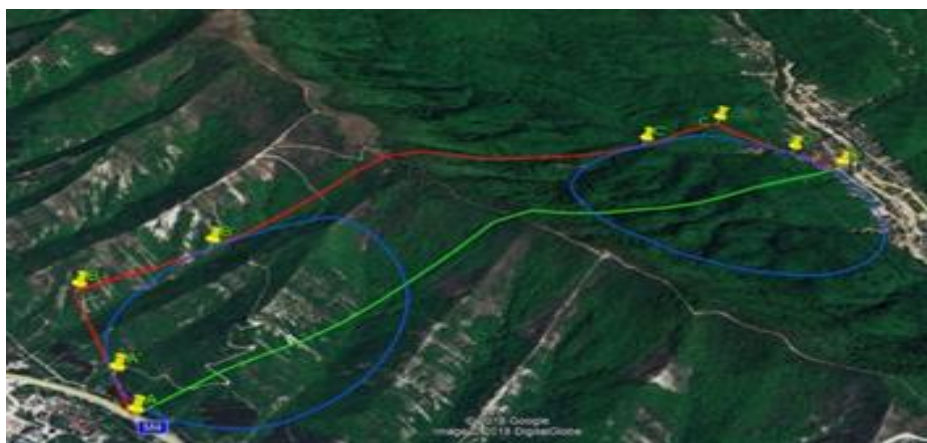


Рисунок 1 – План трассы

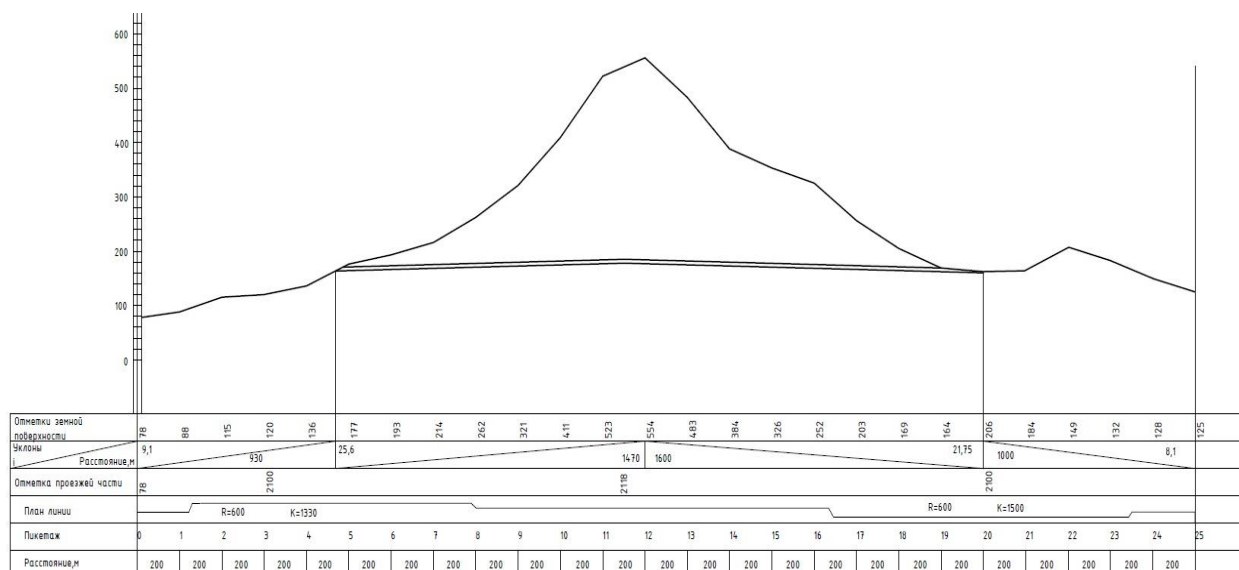


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

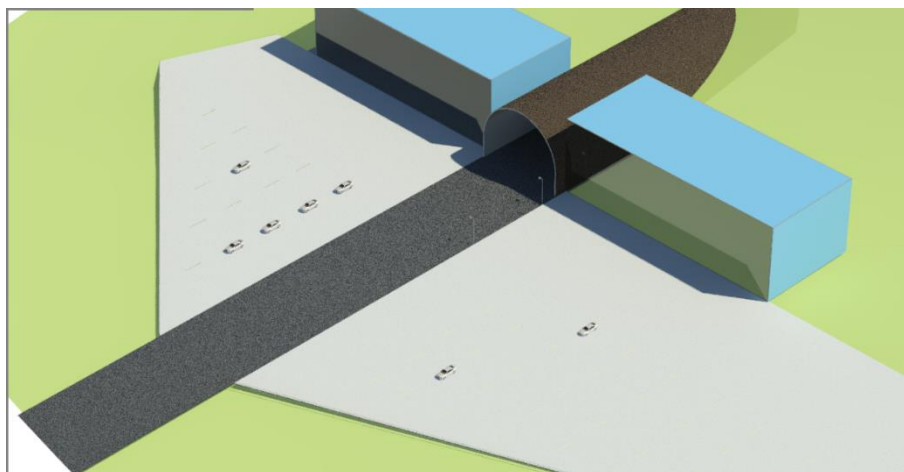


Рисунок 3 – Общий вид портала

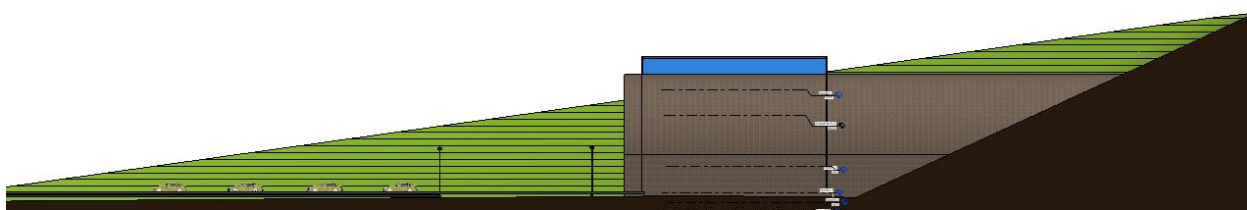


Рисунок 4 – Восточный фасад



Рисунок 5 – Западный фасад

В связи с тем, что вспомогательные сооружения для обслуживания тоннеля и сооружения для отдыха проезжающих находятся прямо у сооружения, то решено было применить новую инновацию в строительстве – звукопоглощающее окно. Изобрели его ученые из Южной Кореи. Они применили новый материал, который одновременно поглощает звуковые волны и пропускает воздух. И пропуск воздуха их главная изюминка, так как до этого были стекла поглощающие звук, но не пропускали воздух. Внешне они ничем не отличаются от обычного стеклопакета, однако давление между стеклами несколько высокое, что не дает проникнуть звуку. Секции имеют небольшие размеры. Но

это еще не все, ученые внедрили в стеклопакет прозрачные пластиковые цилиндры с крышками. Дырки в крышках были проделаны для того, чтобы звук проникал в стеклопакет и терял свои децибелы, а воздух свободно проходит через отверстия. Исследования показали, что такая конструкция окна способна уменьшать силу звука на 20-30Дб.

Такая технология отлично подойдет при строительстве нашего тоннеля, чем сгладит основной минус нахождения зданий вблизи портала.

Литература:

1. Сайт Stroi.mos [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stroim.mos.ru/builder_science/innovatsii-v-stroitel-stvie – Дата доступа: 21.12.2020.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В РАЙОНЕ Г. МИХАС, ИСПАНИЯ

*Нестер Дмитрий Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для строительства транспортного автомобильного тоннеля была выбрана местность вблизи города Михас, который находится в Испании. С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать тоннель через горный массив, протяженностью около 6 километров.



Рисунок 1 – План местности

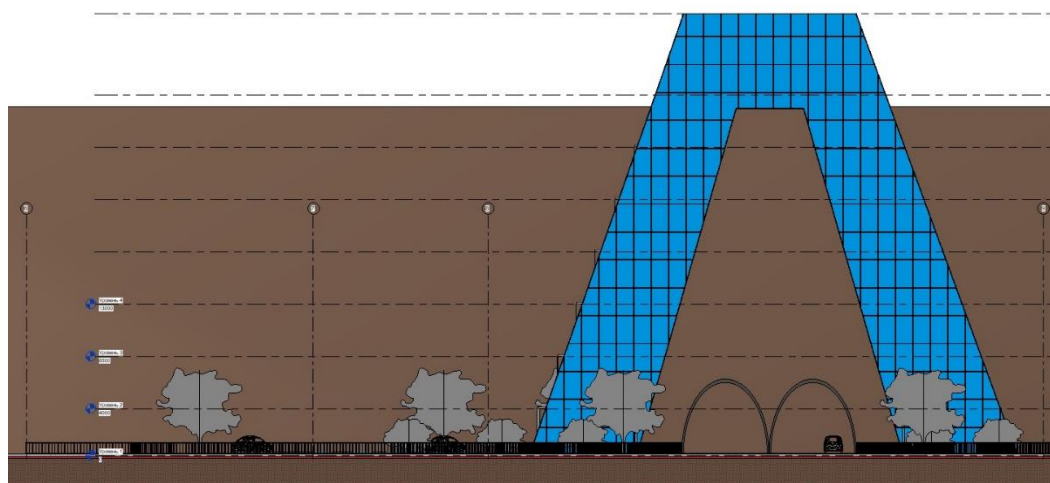


Рисунок 2 – Южный фасад



Рисунок 3 – Общий вид портала

С целью разгрузки транспортного потока был спроектирован автомобильный тоннель в районе города г. Михас. Для ускорения сроков строительства была использована технология 3D-моделирования. Такая технология позволяет ускорить процесс проектирования объекта, а также дает возможность на ранних этапах найти и устранить потенциальные проблемы проектирования.

Данный проект имеет два тоннеля для движения в противоположные стороны.

Около тоннеля располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя многоэтажный центр с смотровой площадкой.

В ходе строительства многофункционального портала была использована технология 3D-моделирования. Рекомендую применить данную инновацию с целью более детального осмотра и изучения проекта.

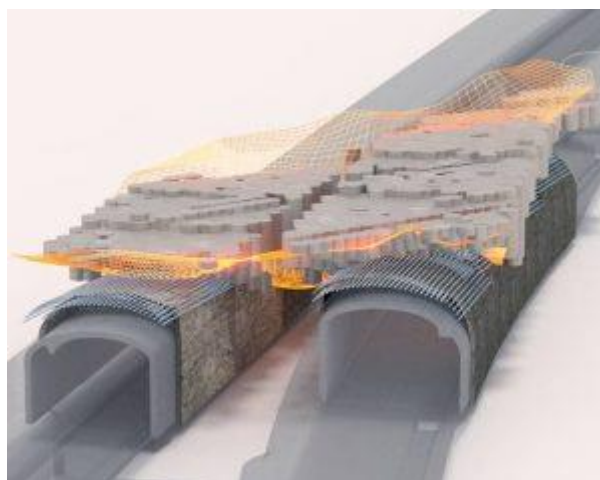


Рисунок 4 – Использование 3D- моделирования в тоннелестроении

Технологические достижения делают любую задачу проще и лучше. Теперь мы можем делать больше с меньшими затратами практически во всех сферах нашей жизни.

Технологические инновации могут улучшить инженерную практику и повысить привлекательность подземного пространства. Технологические и инженерные достижения всегда имели решающее значение в эффективности и экономичности подземного строительства.

Благодаря тому, что такие технологии, как моделирование реальности, неразрывно связаны с жизненным циклом строительства, процесс строительства больше не включает развертывание чертежей строительных конструкций. Строительство во многом стало цифровым. Архитектурные презентации переместились с черновых таблиц на настольные компьютеры и планшеты.

Использование 3D-моделирования в строительстве принесло множество преимуществ. Трехмерное моделирование или моделирование реальности не только ускоряет процесс проектирования, но также позволяет архитекторам и дизайнерам экспериментировать с различными идеями и выявлять потенциальные проблемы проектирования до того, как они станут актуальными.

Использование 3D-моделирования в строительстве приводит к лучшему проектированию и использованию материалов. 3D-модели можно поворачивать для разных перспектив и собирать дополнительные виды. Преимущества 3D-моделирования: проверка ошибок, которые могут возникнуть в процессе рисования, более глубокое понимание узоров поверхности, виртуальные туры по пошаговым инструкциям, получение визуализаций с индивидуальными интерьерами, достижение большего при меньших затратах, улучшение сотрудничества между командами, участвующими в процессе строительства.

Литература:

1. Сайт nap.edu [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nap.edu/>

ГИБКИЙ БЕТОН

Пашкевич Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель: Яковлев А.А., старший преподаватель)

Каждый, кто имел дело с бетоном знает, что он практически не выдерживает нагрузок на изгиб. Для того, что бы избежать трещин и разрушения конструкции из бетона, при его заливке закладывают арматурный каркас. Но так же существует технология позволяющая сделать бетон гибким и без использования арматуры.

Для начала следует вспомнить недостатки использования металлической арматуры. При её использовании значительно увеличивается вес конечного объекта строительства, со временем даже самая качественная стальная арматура ржавеет и разрушает бетон изнутри. И наконец, закладка металлического каркаса – крайне трудоёмкий процесс, отнимающий много времени и средств. Строители давно со всем этим смирились и принимают как должное, но что будет, если арматуру просто убрать.

Именно так подумали учёные из Сингапура и путём проб и ошибок разработали уникальную добавку, которая не просто упрочняет бетон, но и делает его гибким.

Речь идёт об ультратонком волокне, которое добавляют в раствор при замешивании. Суть в том, что эти тончайшие нити не схватываются с бетоном, а скользят в теле монолита, это и придаёт ему эластичность и позволяет отказаться от использования арматуры как на Рис.1.



Рисунок 1 – Структура гибкого бетона ConFlexPave

Новому бетону дали название ConFlexPave. Помимо армирующего волокна в его состав добавили присадку, которая делает его поверхность шелковистой. Данный бетон в 2 раза долговечнее обычного и в 3 раза прочнее его же.

Данный тип бетона широко используется в строительстве сейсмоустойчивых домов, мостов, дорожных покрытий. Основной его недостаток- его стоимость, именно это и тормозит его распространение.

Литература:

1. “Тоннели и метрополитены”- Волкова В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н.
2. “Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений”- Фадеев А.В.
3. “Подземная геоэкология мегаполиса” – Куликова Е.Ю.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОДУЛИ, ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*Правада Кирилл Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В настоящее время в строительстве начали активно применять источники возобновляемой энергии. Данная инновация с каждым годом модернизируется и уже может применяться не только лишь для производства энергии.

Фотоэлектрические модули можно применить в любой точке здания, а за счет своего внешнего вида они могут дополнять дизайн (рис. 1).



Рисунок 1 – Дом с фотоэлектрическими модулями в Японии

Уже сегодня существуют современные дома, питающиеся только энергией солнца без затрат на электрическую. Здесь уже предусмотрены варианты для обеспечения энергией во время отсутствия солнца по каким-либо причинам. Для этого дома оснащают литиевыми аккумуляторными батареями.

Рассмотрим все преимущества и недостатки такой инновации. К плюсам можно отнести:

- Возобновляемость источника энергии.
- Экологичность в сравнении с другими источниками энергии.

- Экономичность и низкие эксплуатационные расходы.
- Обширная область применения.

К минусам можно отнести:

- Высокая стоимость накопительных элементов.
- Непостоянство получения энергии за счет отсутствия света в ночное время суток.

Но стоит сказать, что данные плюсы более существенны, так как экологичность в наше время является важной характеристикой источника энергии.

Таким образом можно сделать вывод, что солнечная энергия является одним из самых безопасных источников энергии и в будущем может стать основным источником на планете.

Литература:

1. Новости солнечной энергетики – URL: <https://sun-shines.ru/v-yaponii-gotovie-doma-s-solnechnimi-batareyami/>
2. Фотоэлектрические модули, интегрированные в ограждающие конструкции зданий – URL: http://zvt.abok.ru/articles/35/Fotoelektricheskie_moduli_integririvannie_v_ograzhdayuchshie_konstruktsii_zdaniy

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИИ МЕТРО

*Пуссель Артём Вячеславович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, для строительства станции метрополитена был выбран город Москва. Местом строительства стал проспект Академика Сахарова.



Рисунок 1 – Генеральный план с координатами точек строительства

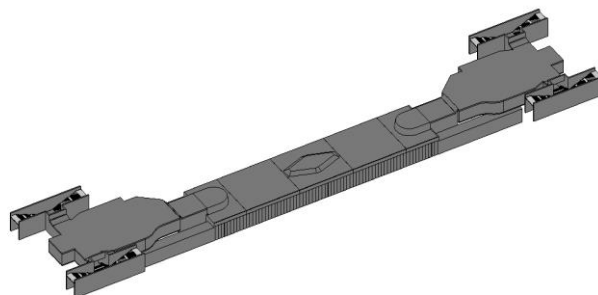


Рисунок 2 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метрополитена

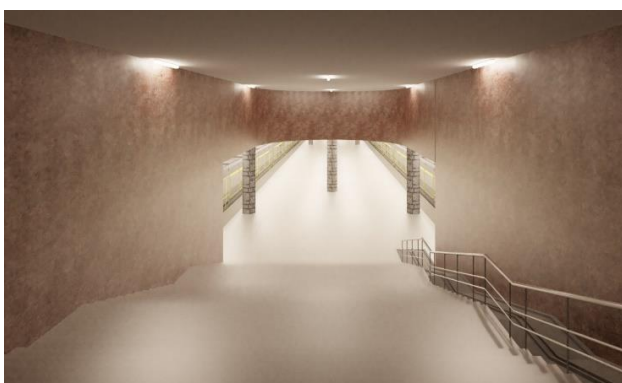


Рисунок 3 – Общий вид станции на Северный вход/выход



Рисунок 4 – Общий вид вестибюля на Северный вход/выход

В качестве отделочных материалов на стенах используется плитка из искусственного камня, а на полу и лестнице – гранитная плитка со специальным покрытием для повышения прочности и износостойкости.



Рисунок 5 – Общий вид станции

Для станции метрополитена спроектировано два вход/выхода в Северном и Южном направлениях.

Помимо вход/выхода в вестибюли станции метрополитена, в подземных переходах было спроектировано расположение:

- торговых магазинов;
- помещений общего пользования (туалет);
- служебные помещения;
- кассы;
- центр управления и наблюдения за системами безопасного движения.



Рисунок 6 – InfraWorks

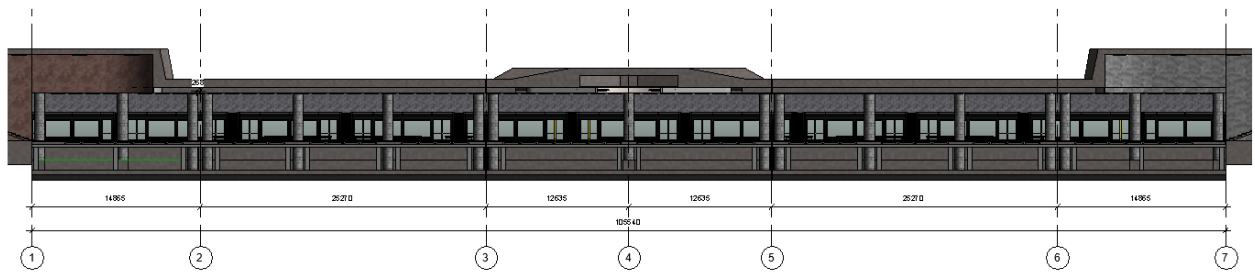


Рисунок 7 – Продольный разрез 1-1 станции метрополитена

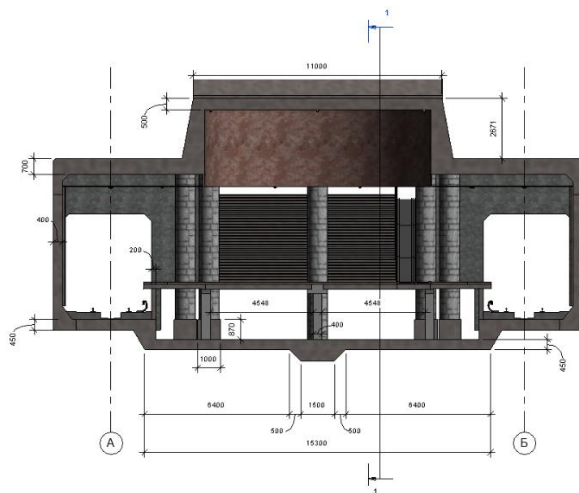


Рисунок 8 – Поперечный разрез 2-2

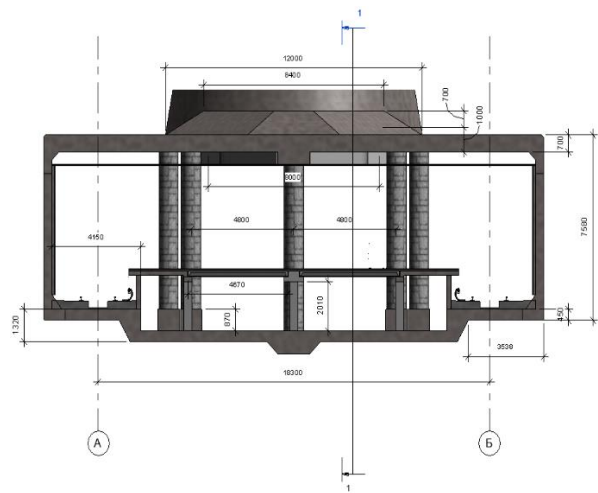


Рисунок 9 – Поперечный разрез 3-3

Проектирование станции осуществлялось под стандарты поездов курсирующие на данный момент по минскому метрополитену – 81-540/541 5-ти вагонный состав, длина одного вагона – 19 210 мм, ширина колеи – 1520 мм; а также Stadler M110/M111 4-5-ти вагонный состав, длина состава – 78 360 мм (4 ваг) и 97 650 мм (5 ваг), ширина колеи – 1520 мм.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. ТКП 45-3.03-115-2008 (02250). МЕТРОПОЛИТЕНА. Строительные нормы проектирования.
3. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
4. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
5. Омельянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ФЕРМЕННЫЙ МОСТ

Радюк Андрей Евгеньевич, студент 1-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Ферменный мост, мост с несущими конструкциями, состоящими из ряда деревянных или металлических треугольников, известных как фермы. Учитывая, что треугольник не может быть деформирован под действием напряжения, она дает стабильную форму, которая способна выдерживать значительные внешние нагрузки на большом пролете. Фермы популярны для строительства мостов, потому что они используют относительно небольшое количество материала по сравнению с весом, который они могут выдержать. Они обычно используются в крытых мостах, железнодорожных мостах и военных мостах. Отдельные части ферменного моста пересекаются в стыках ферм или панелях. Соединенные детали, образующие верх и низ фермы, называются верхним и нижним поясами. Наклонные и вертикальные части, соединяющие пояса, вместе называются стенкой фермы. Составные части ферменного моста подвергаются осевому растяжению или сжатию. Однопролетный ферменный мост похож на балку с простой опорой, поскольку он воспринимает вертикальные нагрузки при изгибе. Изгиб приводит к сжатию в верхних поясах (или горизонтальных элементах), растяжению в нижних поясах и к растяжению или сжатию в вертикальных и диагональных элементах, в зависимости от их ориентации. Ранние фермы строились без точного знания того, как нагрузки воспринимаются каждой её частью. Первым инженером, правильно проанализировавшим напряжения в ферме, был Сквайр Уиппл, американец, который спроектировал сотни небольших мостов с фермами и опубликовал свои теории в 1869 году. Понимание того, как именно переносятся нагрузки, привело к сокращению материалов, которые к тому времени смещались с дерева и камня к железу и стали.

Нет никаких свидетельств существования данных мостов в древнем мире, но в альбоме 13-го века французского архитектора Виллара де Оннекура изображен один из видов ферменных мостов, а в итальянском «Трактате об архитектуре» Андреа Палладио (1570) описаны четыре проекта. Несколько известных крытых мостов, которые представляют собой закрытые ферменные мосты, были построены в Швейцарии. Мост Каппель (1333 г.) в Люцерне с 1599 г. украшен 112 картинами в треугольных пространствах между крышей и

перекладинами, показывающими историю города и жизнь двух его святых покровителей. В XVIII веке конструкции с деревянными фермами достигли новой длины пролета. В 1755 году швейцарский строитель Ганс Грубенманн использовал фермы для поддержки крытого деревянного моста с пролетами 51 и 58 метров, через Рейн в Шаффхаузене. Он и его брат также построили замечательный мост с арочными фермами через реку Лиммат в Бадене с пролетом в 61 метр. В Северной Америке крытые ферменные мосты претерпели дальнейшее развитие. Американские плотники в XVIII и XIX веках разработали мосты, включающие в себя простоту конструкции и другие экономические преимущества, от простых ферм с центральными столбами, в которых проезжая часть поддерживалась парой тяжелых деревянных треугольников. Первый длинный крытый мост в Америке с центральным пролетом 55 метров, был построен Тимоти Палмером, слесарем из Массачусетса, через реку Скулкилл в Филадельфии в 1806 году. Архитектор из Нью-Хейвена по имени Итиэль Таун запатентовал город. Решетка, в которой несколько относительно легких частей, перекрещенных по диагонали, заняла место тяжелых бревен конструкции Палмера и арки. Немного другой очень успешный тип был разработан Теодором Берром из Торрингтона, Коннектикут, сочетая ферму Палладио с аркой. Паромный мост Бerra МакКолла (1815 г.; на реке Саскуэханна недалеко от Ланкастера, штат Пенсильвания) имел рекордный пролет в 108 метров. Многочисленные дизайны Town и Vигt сохранились по Северной Америке до начала 21 века, некоторые из относятся к началу 19 века. В связи с возрастающим значением локомотивного транспорта в XIX веке железные мосты стали использоваться для изготовления крытых мостов, чтобы выдерживать тяжелые железнодорожные нагрузки. Сначала металл использовался только для части, в вертикальных или диагональных элементах, а позже и для всей фермы. Чугун и кованое железо вскоре были заменены сталью, и основная форма современного железнодорожного моста быстро развивалась. Металлическая ферма не требовала защиты от непогоды и, следовательно, не покрывалась. Две более часто используемые системы - это Пратт и Уоррен; в первом элементы наклонной перемычки параллельны друг другу, а во втором они чередуются в направлении наклона. Мосты со стальными фермами также были построены как часть автомобильных дорог по всему миру. Самый длинный мост в мире с неразрезной фермой - мост Икицуки (1991 г.) в Японии с основным пролетом 400 метров. Мост Астория (1966 г.), проходящий через устье реки Колумбия между штатами Орегон и Вашингтон в США, состоит из трех пролетов, достигающих общей длины 6545 метров, включая главный пролет 376 метров (1232 гонорара); это второй по длине мост из неразрезных ферм. Фермы не употреблялись до римской эпохи. Около 150 лет фермы находятся на службе у инженеров и

строителей, не теряя своей актуальности. Использование новых сплавов, видов бетона, создание уникальных конструкций с помощью ферм, позволяют применять их в своей работе снова и снова.

ЛИТЕЙНЫЙ МОСТ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*Романюк Никита Дмитриевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Санкт-Петербург по праву считается городом мостов, численность которых перевалила за три сотни. Каждая из конструкций в историческом центре города является своеобразной архитектурной жемчужиной, имеющей свой уникальный облик, удивительную историю создания и многолетний срок службы.

Почти ежегодно какой-нибудь из мостов в исторической части города празднует свой юбилей. Так, 13 октября 2019 г. праздновал свое 140-летие Литейный мост.

Построенный на постоянной основе в 1879 г. по проекту инженера А.Е. Струве, мост заменил собой переправу на пути из России в Швецию и закончил собой длинную историю перестроек, переносов и переименований. (Сначала в 1786 г. в створе Воскресенского проспекта был построен плашкоутный мост, получивший название Воскресенского. Позже мост был перенесён к Летнему саду и получил название Петербургского, а на прежнем месте в 1849 г. был построен новый наплавной Воскресенский мост. С появлением Литейного проспекта, Воскресенский мост был перенесён туда и получил название Литейный. А еще позже, в 1875 г. конструкцию наплавного моста перенесли к Воскресенскому проспекту и снова переименовали в Воскресенский мост).

Новый постоянный мост заложили 30 августа 1875 г. и началась долгая и кропотливая работа (заявшая 4 года) по возведению арочного моста. Согласно сохранившимся архивным документам, строители столкнулись с большими проблемами при сооружении опор. В частности, оказалось, что донные грунты на участке строительства представляли собой иловатую легкосжимаемую глину, которая, как известно, обладает плохой несущей способностью. В результате, пришлось использовать инженерные конструкции под опоры значительно больших размеров. Позднее, задержки в строительстве возникли при установлении опор на дне Невы, когда была найдена затонувшая баржа с камнем. И кроме того, в течение 1876-77 года произошло две трагедии, жертвами которых стали около 45 человек.

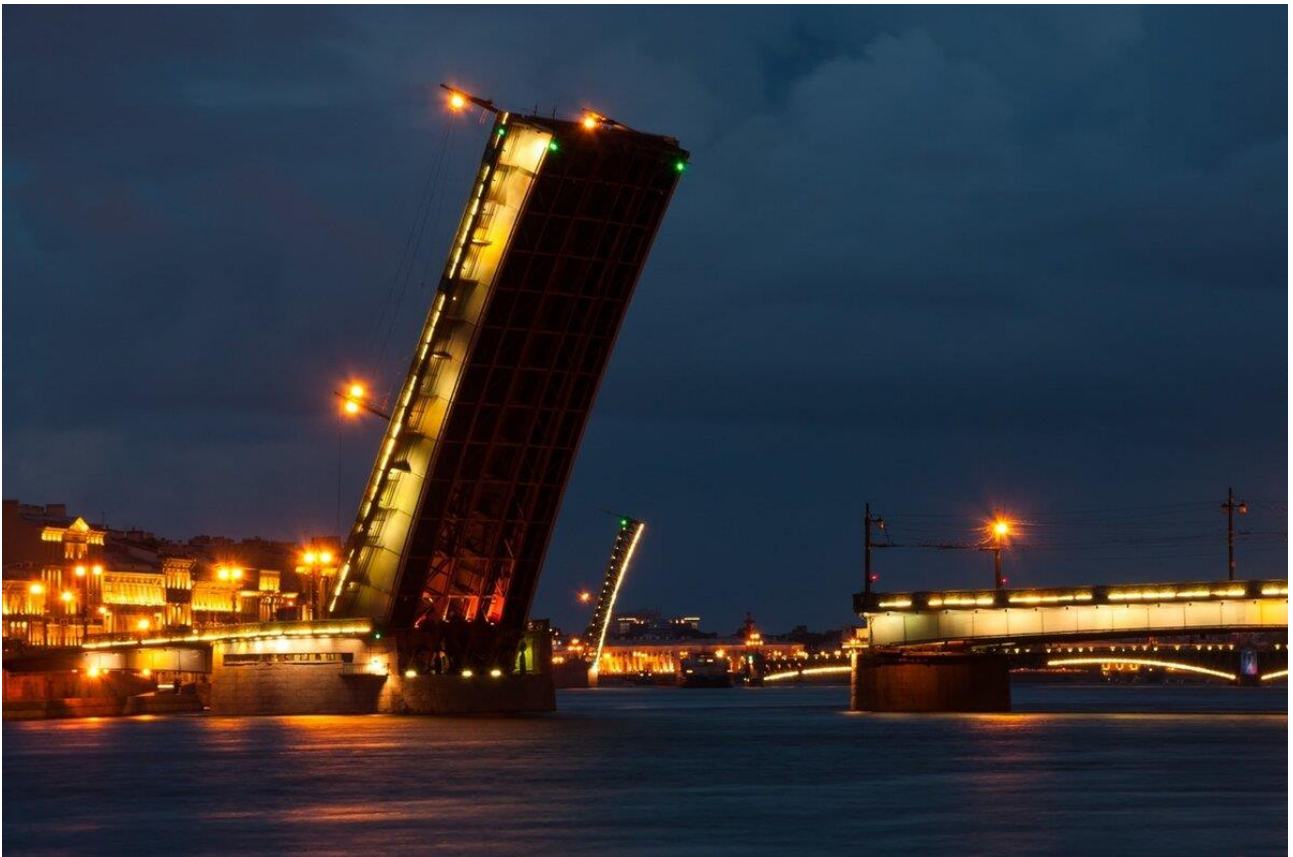


Рисунок 1 – Литейный мост

Мост был закончен 30 сентября 1879 г. и назван мостом Императора Александра II (быстро сократившись до Александровского моста). Первоначальное название моста – Литейный – вернулось в 1917 г. и остается до сих пор.

Конструкция моста включает пять пролетов, перекрытых арочными клепаными металлическими пролетными строениями, и шестой поворотный разводной пролёт, перекрытый поворотной решетчатой металлической фермой. Разводку моста сначала осуществляли вручную: четыре, а позже восемь рабочих вращали ручной ворот. Со временем ворот был заменен водяной турбиной. Кроме того, Литейный мост стал первым мостом в Санкт-Петербурге, который был освещен электричеством.

В 1966–1967 годах была проведена его основательная реконструкция.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН В МОСТОСТРОЕНИИ

Сергеева Мария Владимировна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель — Гречухин В. А., канд. техн. наук, доцент)

Бетон — наиболее часто используемый строительный материал в мире. Широкое применение он нашёл и в мостовых конструкциях. Большинство бетонных конструкций склонны к растрескиванию. Вода, которая просачивается в трещины, разрушает бетон. Чтобы удалить лёд на автомобильных мостах, дороги посыпают солью. Это способствует ускорению коррозии стальной арматуры.

Что, если бы весь этот бетон мог бы восстановиться при образовании трещин? Время продолжительности жизни многих инженерных сооружений стало бы значительно больше.

Римляне использовали самовосстанавливающийся бетон более двух тысячелетий назад. Современные учёные пытаются сделать то же самое. Один подход основан на производстве известняка-бактерии. Материаловеды используют известняковый гриб под названием *Trichoderma reesei* в качестве добавки к бетону, которая устраняет мелкие трещины по мере их образования.

Самовосстанавливающийся бетон — это продукт, который будет биологически производить известняк для устранения трещин, которые появятся на поверхности бетонных конструкций. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Биобетон. Споры бактерий хранятся в иммобилизованном виде в отдельных упаковках

При просачивании воды в трещины, которые появляются в бетоне, споры бактерий прорастают при контакте с водой и превращаются в нерастворимый известняк. Такие споры имеют чрезвычайно толстые клеточные стенки, что позволяет им оставаться в целостности и сохранности до 200 лет.

Мосты часто испытывают мелкие трещины из-за тяжёлых нагрузок. Благодаря саморазвивающемуся бетону происходит экономия на капитальном ремонте конструкций, а также увеличивается срок службы.

Первый раз самовосстанавливающийся бетон применили при строительстве спасательной станции в Нидерландах. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Спасательная станция в Нидерландах

В будущем учёные хотят рассмотреть плесень, так как эти низшие грибы способны выжить даже при уничтожении всей колонии и существовать даже в самых неблагоприятных условиях.

Самовосстанавливающийся бетон — материал будущего, хотя сейчас он используется, но в ограниченном масштабе. Соединение природы и искусственного материала является уникальной разработкой человеческого ума.

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННО - ПРАВОВОЙ ФОРМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «МОСТОСТРОЙ» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сергеева Мария Владимировна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель — Галковская Л.А., старший преподаватель)

Белорусское законодательство предусматривает следующие организационно-правовые формы хозяйственных обществ:

- крестьянское (фермерское) хозяйство;
- частное унитарное предприятие;
- производственный кооператив;
- хозяйственное товарищество (полное и коммандитное);
- общество с дополнительной ответственностью;
- общество с ограниченной ответственностью;
- открытое акционерное общество;
- закрытое акционерное общество.

В данной статье я рассмотрю организационно-правовую форму предприятия — ОАО «Мостострой».

Акционерное общество — это бизнес, которым совместно владеют его акционеры. Акции общества могут передаваться без каких-либо последствий для дальнейшего существования компании. Акционерные компании создают для того, чтобы финансировать проекты, которые слишком дороги для частных лиц или даже для правительства.

ОАО «Мостострой» — предприятие, которое занимается строительством мостов, их реконструкцией. Также выполняет капитальный ремонт мостовых сооружений. Предприятие ОАО «Мостострой» изготавливает опоры, пролётные строения, которые эксплуатируются не только в стране, но и за её пределами.

Открытое акционерное общество является сложной организационно-правовой формой, которая наилучшим образом подходит к предприятию «Мостострой». Для этой формы собственности нужны более серьёзные капитальные вложения, чем, например, в обществах с ограниченной ответственностью. Управление, осуществление результативной работы на высшем уровне и способность конкурировать на рынке является сложным процессом, особенно имея множество производственных и строительно-монтажных подразделений, которые требуют высокой квалификации и профессионализма каждого работника, а также выполнение строительных

процессов с точность согласно проектов производства работ и технологических карт.

В ОАО владеть акциями имеют возможность несколько человек. Благодаря этому управлять производством, организовывать рабочий процесс, осуществлять контроль, улучшать условия труда при коллективном управлении проще. С помощью коллективного ума можно прийти к наиболее выгодному решению, которое поднимет положение предприятия.

На мой взгляд, для предприятия ОАО «Мостострой» очень рационально и с выгодой для успешного развития будущего подобрана хозяйственно-правовая форма, потому как специфика данного управления направлена на совместное решение проблем, а также на улучшение всех производственных, организационных и правовых вопросов фирмы.

ТРАНСПОРТНЫЙ ТОННЕЛЬ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В РАЙОНЕ Г. ГАРМИШ-ПАРТЕНКИРХЕН И Г. МИТТЕНВАЛЬД, ГЕРМАНИЯ

*Сергеева Мария Владимировна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель — Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для строительства горного тоннеля была выбрана местность вблизи города Гармиш-Партенкирхен, который находится в Германии. С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать горный тоннель. Проект строительства берет свое начало от вокзала в городе Гармиш-Партенкирхен и соединяется с существующей дорогой в районе городка Миттенвальд. (Рис. 1).

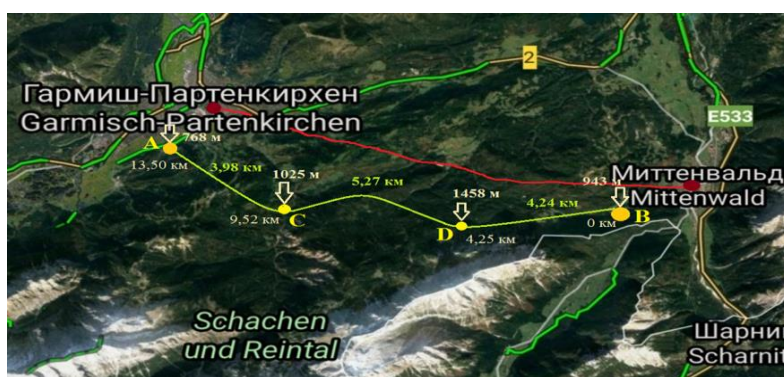


Рисунок 1 – План трассы

Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведение двухэтажного здания, в котором размещается зал ожидания, кафе, зона отдыха. Также туристы смогут воспользоваться медицинскими услугами, санитарными комнатами, получить справочную информацию и обменять валюту. (Рис. 2, 3, 4, 5).

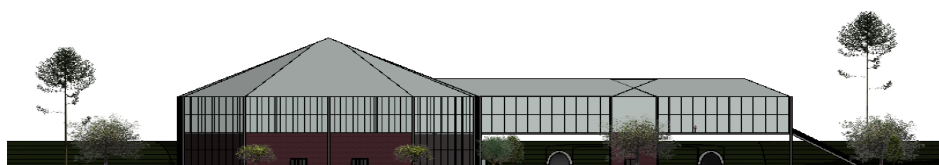


Рисунок 2 – Южный фасад

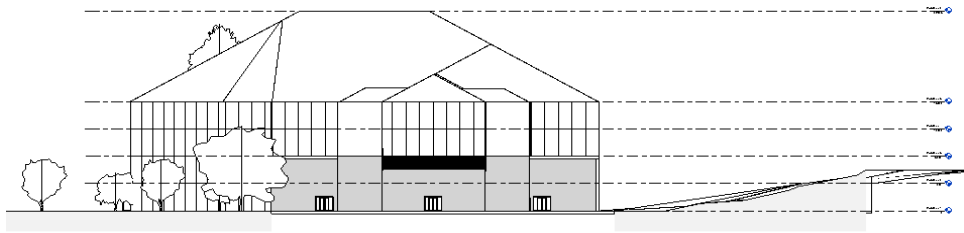


Рисунок 3 – Восточный фасад

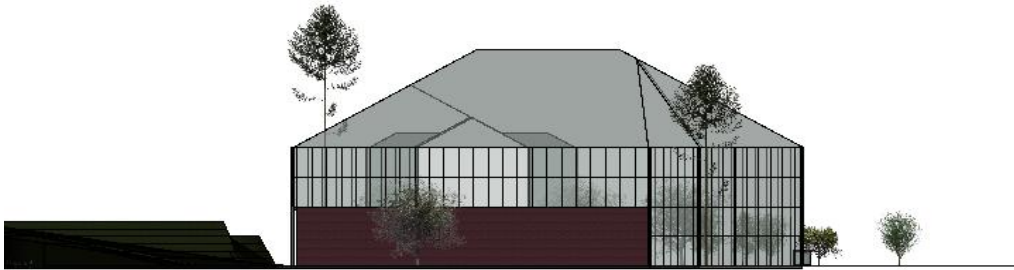


Рисунок 4 – Западный фасад

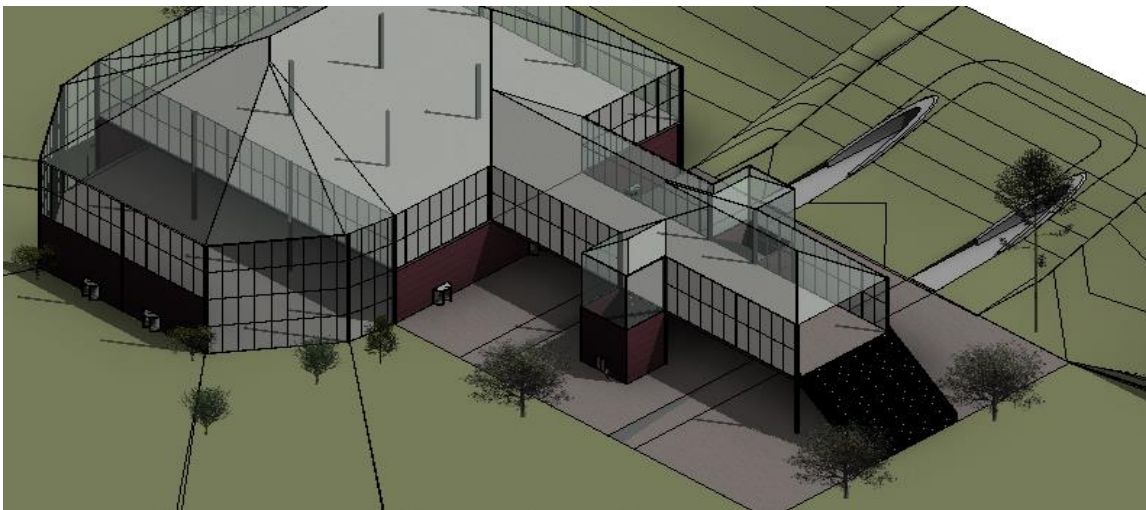


Рисунок 5 – Общий вид портала

Ранее, чтобы попасть в город Гармиш-Партенкирхен туристы добирались по железной или канатной дороге. Строительство дорожного тоннеля значительно облегчит путь к горнолыжному курорту, который находится в этом городе. Намного большее количество туристов смогут воспользоваться услугами горнолыжного курорта. Тоннель облегчит грузоперевозки, сократит время на доставку скоропортящихся продуктов. Всё это поднимет уровень, престиж курорта, а также его экономику.

На участке 13,50 км между населёнными пунктами Гармиш-Партенкирхен и Миттенвальд я предлагаю использовать новый кондиционер для почвы от производителя BASF.

Это средство называется MasterRoc SLF 50, способное контролировать почву в сложных грунтовых условиях, которые присущи данной местности. Контроль происходит с помощью винтового конвейера. Средство MasterRoc SLF 50 создаёт высокостабильную пену и благодаря этому поддерживает давление на поверхности. Этот кондиционер может значительно снизить энергопотребление за счет уменьшения крутящего момента, оптимизировать извлечение почвы. Благодаря MasterRoc SLF 50 снижается износ режущей головки.

В заключении можно сказать, что новый кондиционер от производителя BASF значительно облегчит строительство в сложных инженерно-геологических условиях, снизит затраты и время строительства.

Литература:

1. Сайт SCOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sc-os.ru/construction/9-novye-tehnologii-v-stroitelstve-tonneley.html>. – Дата доступа: 23.12.2020.

МОСТ ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ АКАСИ

*Скрипчук Владислав Иванович студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А, канд. техн. наук, доцент)

Мост через пролив Акаси, также называемый мостом Акаси Кайкё или Жемчужным мостом, подвесной мост через пролив Акаси (Акаси-Кайкё) на западе центральной части Японии. Это был самый длинный подвесной мост в мире, когда он открылся 5 апреля 1998 года. Шестиполосный автомобильный мост соединяет город Кобе на главном острове Хонсю с Ивайей на острове Авадзи, который, в свою очередь, связан (через Мост Онаруто через пролив Наруто) на остров Сикоку на юго-запад. Эти два моста вместе с Большим мостом Сету между Кодзима (Хонсю) и Сакаиде (Сикоку) - основные компоненты проекта моста Хонсю-Сикоку через Внутреннее море Японии.



Рисунок 1 – Мост через пролив Акаси, пересекающий пролив Акаси, на западе центральной части Японии

Мост через пролив Акаси имеет длину 12 831 фут (3 911 метров) и имеет три пролета. Длина центрального пролета составляет 6 532 футов (1 991 метр), а длина каждого из двух боковых пролетов - 3 150 футов (960 метров). Две основные опорные башни возвышаются на 975 футов (297 метров) над поверхностью пролива, что делает его одним из самых высоких мостов в мире. Изначально центральный пролет был спроектирован так, чтобы его длина составляла 6 529 футов (1 990 метров), но землетрясение 1995 года в Кёбе заставило две башни, которые все еще строились, раздвинуть друг от друга более чем на 1 метр.

Мост через пролив Акаси находится в сейсмически нестабильном регионе, который также переживает одни из самых сильных штормов на Земле. Таким образом, инженеры использовали сложную систему противовесов, маятников и стальных балок, чтобы мост выдерживал ветер со скоростью до 180 миль (290 км) в час. Несмотря на эти буферы, мост может расширяться и сжиматься на несколько футов за один день. Проблемы, связанные с мостом, вдохновили на инновации в технологии изготовления аэродинамических труб и кабелей.

SEGMENTAL BRIDGE LAUNCHING MACHINE

*Сорокин Максим Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., ст. преподаватель)

Со временем все больше растет спрос на увеличение и улучшение объектов инфраструктуры. Инженеры в области транспортного строительства сталкиваются с новыми вызовами. Например, создание объектов в условиях ограниченного пространства, пересечение с существующими объектами, увеличение количества автомобилей, нехватка пропускной способности и др. При строительстве мостов, виадуков, транспортных развязок присутствует большое количество ручного труда с применением тяжелой строительной техники. Поэтому важным направлением в транспортной отрасли является создание специализированной техники для последующей минимизации ручного труда и сокращения ошибок на строительной площадке. Одной из таких машин является SLJ900/32 Segmental Bridge Launching Machine.

SLJ900 / 32, изготовленный пекинской компанией Wowjoint Machinery Company и разработанный Шицзячжуанским железнодорожным проектным институтом, весит могучие 580 тонн, имеет 91 метр в длину и 7 метров в ширину. Колоссальная машина предлагает совершенно новый способ завершения крупных мостовых проектов без необходимости в дорогостоящих и сложных строительных лесах и каркасных конструкциях (Рис. 1).



Рисунок 1 – Захват и надвижка балки пролетного строения

Подняв необходимую балку из исходной точки, SLJ900/32 подъедет к опорам моста и опустит пневматическую опорную конструкцию, которая, по существу, закрепляет машину на первой опоре, позволяя ей вытянуться на вторую опору. Отсюда он переходит к третьему, откладывая при этом луч.

Машина транспортирует себя через свой набор из 64 колес, которые разделены на четыре секции, состоящие из 16 колес каждая. Поскольку каждая секция способна поворачиваться на 90 градусов, SLJ900 / 32 может двигаться боком, чтобы облегчить легкий захват балок. В настоящее время машина, как говорят, способна выдерживать до 730 пролетов, причем около 40% изделий способны довести это общее количество до 1000, прежде чем достигнет конца своего срока службы, который в среднем составляет четыре года.

В то время как традиционные крановые методы строительства мостов требуют, чтобы балки и другие сегменты были разделены на секции длиной всего несколько метров, которые затем фиксируются вместе, SLJ900/32 может использовать балки, специально подготовленные для полной длины. Для соединения этих сборных деталей используются компенсаторы.

Литература:

1. Hoar Constriction [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://hoar.com>. – Дата доступа: 26.12.2020.
2. ASCE Library [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://ascelibrary.org>. – Дата доступа: 26.12.2020.
3. National Institute of Building Sciences [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://www.nationalbimstandard.org>. – Дата доступа: 26.12.2020.
4. LetsBuild [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://www.letsbuild.com>. – Дата доступа: 26.12.2020.

ТЕХНОЛОГИЯ ТИСЭ

*Тарлецкий Иван Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Фундамент является важной и неотъемлемой частью почти любого строения, именно поэтому к нему стараются уделять наибольшее внимание. Расчет фундамента является наиболее важным звеном, так как надо учесть множество факторов: промерзание грунта, тип грунта, водонасыщенность и его подвижность. Допущенные ошибки исправить практически невозможно, с учетом того, что они появляются если не сразу, то через десятилетия. Так же приветствуется минимизация материала, что приводит к большей экологичности.

Так был разработан фундамент с технологией под названием «индивидуальное строительство и экология». Технология по своей сути очень проста. В земле бурятся скважины под размер будущих цилиндрических свай, затем под давлением в скважину подаётся бетон и, таким образом в основании сваи образуется своеобразный «башмак».



Рисунок 1 – Бурение скважины

Такая конструкция позволяет сопротивляться пучениям грунта, а так же минимизирует опорную площадь в земле. Затем к ранее вложенной арматуре пристыковывается арматура непосредственно к монолитному верхнему ростверку.

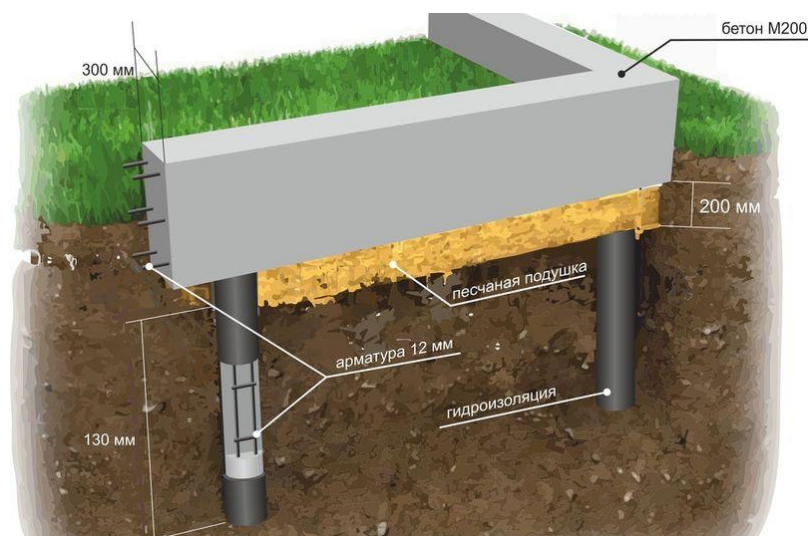


Рисунок 2 – Укладка арматуры



Рисунок 3 – Общий вид с ростерком

Такая технология позволяет при минимальной закладке бетона выдерживать всевозможные конструкции из железобетона, бетона, кирпича, дерева и т.п.

Литература:

1. Самоходные буровые установки [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/SKGzK> Дата доступа 14.12.12.20
2. Строительные машины [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/SKH5K> Дата доступа 14.12.11.20
3. Строительство фундамента [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://qwizz.ru/фундамент-новым-технологиям/> Дата доступа 18.12.20

ЛИЗИНГ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

Лизинг в переводе на русский язык обозначает аренда, понятие которой нам хорошо известно. Но необходимо понимать отличие между лизингом и арендой.

Под арендой в экономике понимается сдача имущества на временное пользование за фиксированную плату, то есть арендодатель передает во временное пользование свое ненужное имущество, тем самым затраты на содержания данного имущества переходят на того, кто арендует.

С развитием рыночных отношений в мире, в экономике страны, как и в мире, появляются новые финансовые инструменты, которые являются неотъемлемым источником привлечения зарубежных инвестиций. И один из данных финансовых инструментов является лизинг.

Лизинг – сложная система финансовых и экономических отношений, которые непосредственно связаны с приобретением в собственность машины и сдачи ее в аренду за определенную плату, за счет временного пользования. Соответственно при лизинге между производителем машин и его пользователем возникает так называемый посредник, который данную сделку финансирует. Необходима эта сделка, если, например, лизингополучатель, который не имеет достаточного количества финансов, он может предложить лизинговой компании заключить сделку. (Рис.1). При заключении сделки лизингополучатель начинает подбирать продавца или производителя необходимого транспорта, но при договоренности с лизинговой компанией, а уже сам лизингодатель приобретает его во временное пользование для лизингополучателя за определенную плату и конечно же которая прописана в договоре, который составлен между лизингополучателем и лизингодателем. При окончании сроков договора имущество (или в данном примере транспорт) переходит в собственность лизингополучателя, либо лизингодателя (все опять-таки зависит от условий договора).

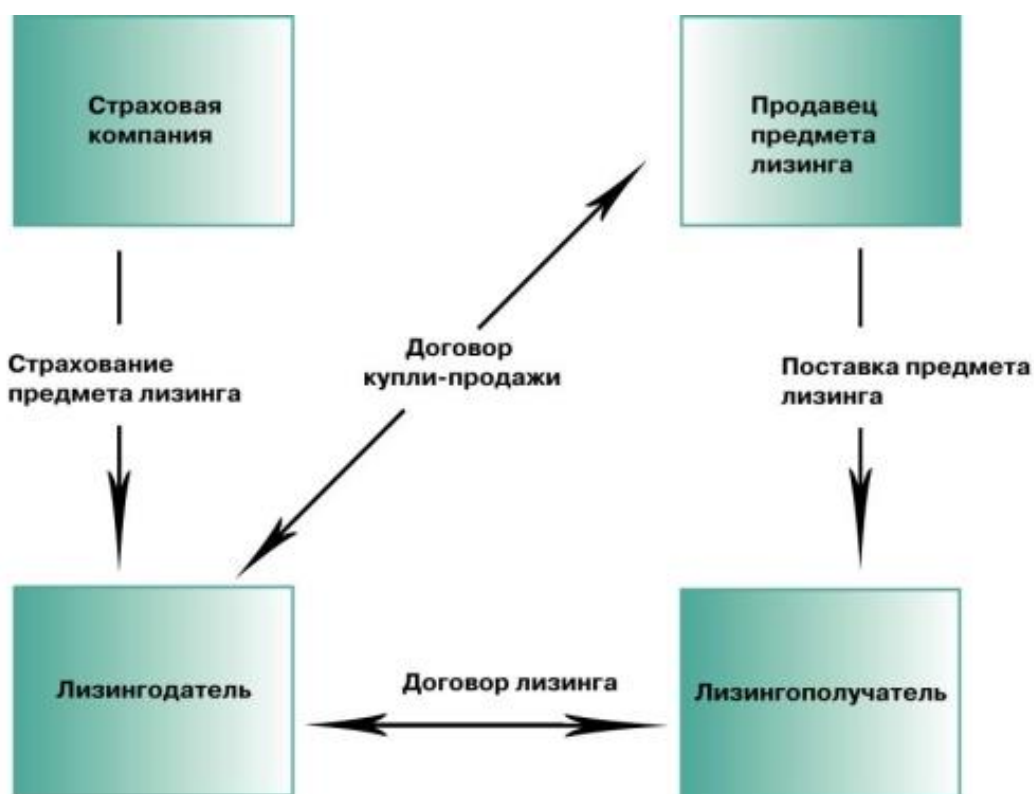


Рисунок 1 – Краткий процесс сделки

Но если проект довольно дорогостоящий, то привлекаться могут новые источники финансов, это могут быть банки, различные инвестиционные компании и др. А значит и количество участников в лизинговых сделках может быть и больше чем один.

Конечно же, необходимо понимать, что под лизингом понимается сделка, в которой есть не только доход, но и риски, которые могут быть связанные с эксплуатацией транспорта, переходят на плечи лизингополучателя. Но и при этом лизингополучатель должен не только выплатить полную стоимость транспорта, но лизингодатель должен получить прибыль на вложенный капитал, который он выделил.

Литература:

1. Сайт МегаСтройка [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.megastroika.biz/index/arenda_i_lizing_stroitelnoj_tekhniki_i_oborudovaniya/0-387 – Дата доступа: 20.12.2020.
2. Сайт Налог-налог [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://naloggi.ru/index.php?page=content&subpage=s&r=12&p=37&s=34> – Дата доступа: 20.12.2020.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ТУАПСЕ (РОССИЯ)

Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Высокий уровень урбанизации, высокая стоимость земли в городах (из-за ее нехватки в крупных мегаполисах) и ряд других факторов содействуют тому, чтобы начинать лучше осваивать подземное строительство. Это строительство и помогает решить нехватку территории в больших городах.

Был запроектирован автомобильный тоннель в районе города Туапсе (Россия). Подземное сооружение позволит сократить транспортные, эксплуатационные, производственные расходы, откроет новый кратчайший маршрут. (Рис. 1).

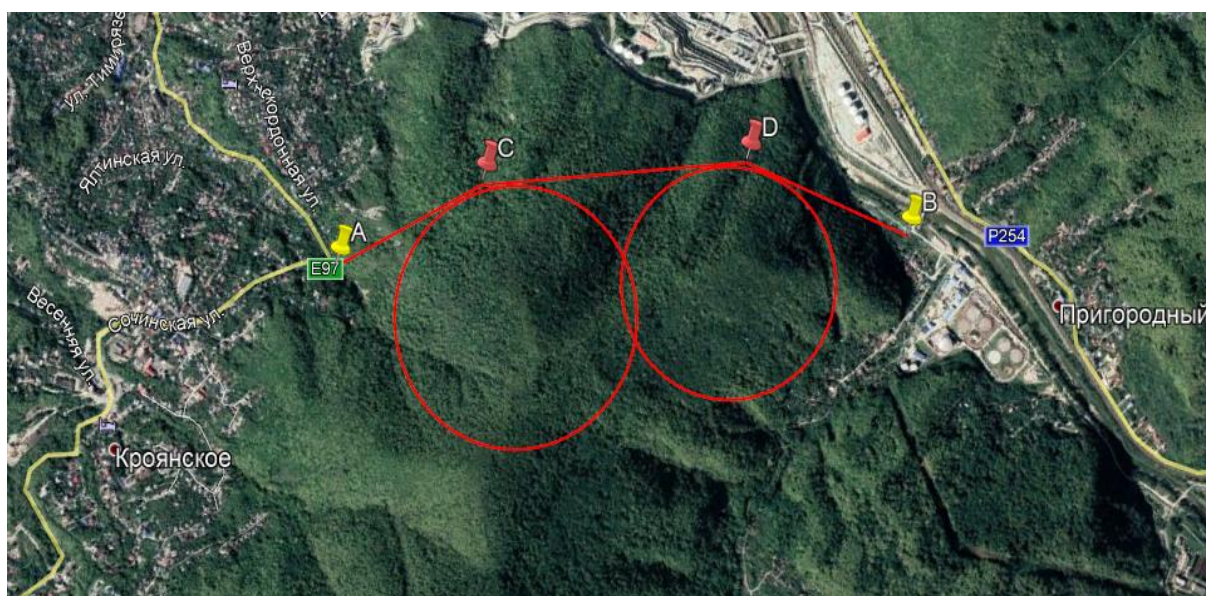


Рисунок 1 – Генеральный план тоннеля

Проект строительства представляет собой тоннель длиной 40 км с двумя углами поворота, радиусом по 1000 метров каждый. Уклон проезжей части не превышает 5%. (Рис. 2). Расчетная скорость движения транспорта в тоннеле будет составлять 90-120 км/ч (в зависимости от типа транспорта).

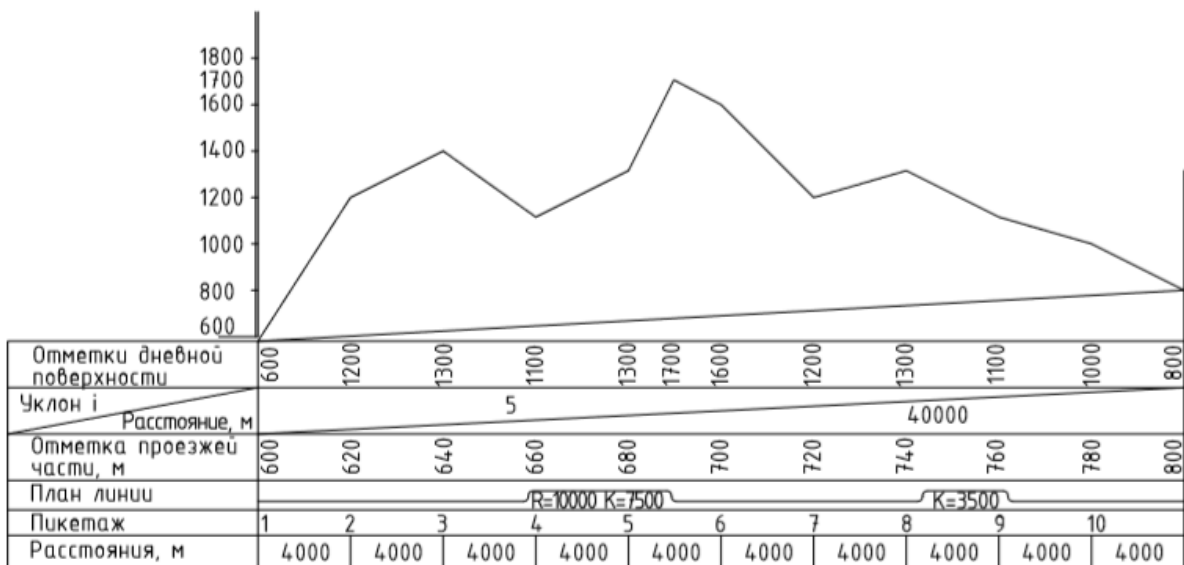


Рисунок 2 – Продольный профиль

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы. (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы, расположенные в соседнем сооружении. Большая часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри объекты социально важного назначения. Размеры тоннеля указаны ниже. (Рис. 6).

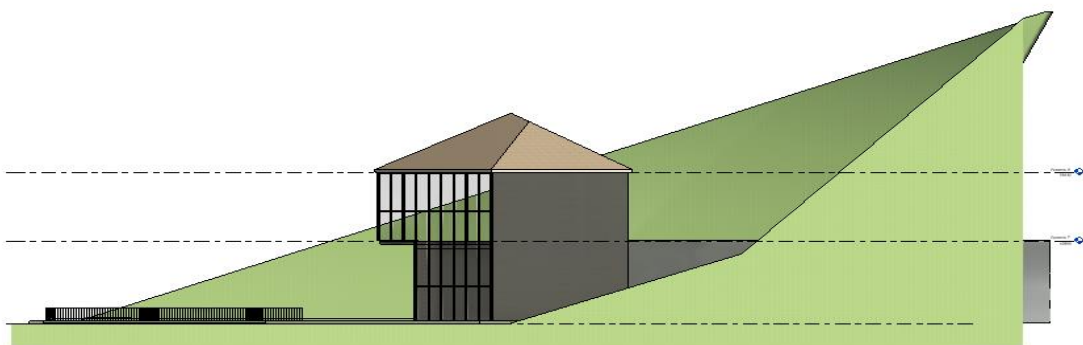


Рисунок 3 – Восточный фасад

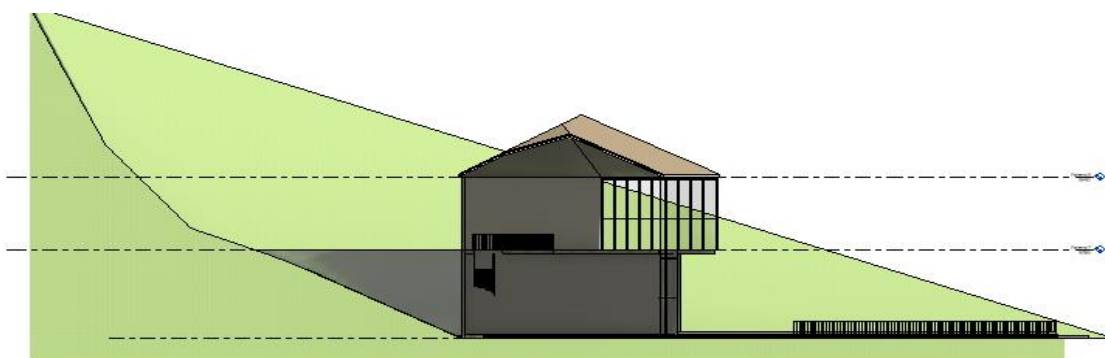


Рисунок 4 – Западный фасад

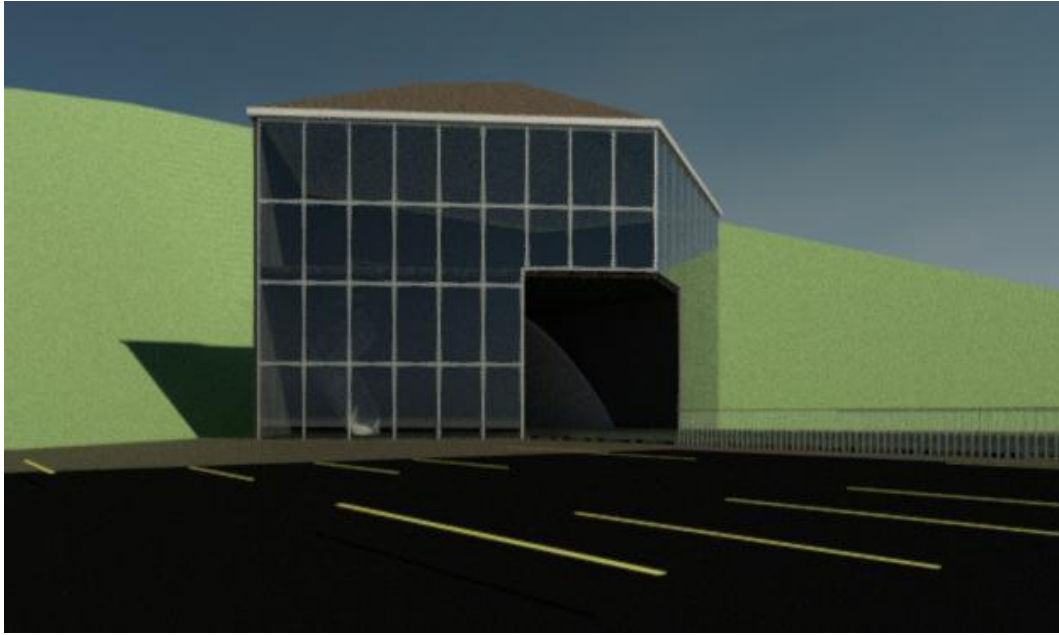


Рисунок 5 – Общий вид

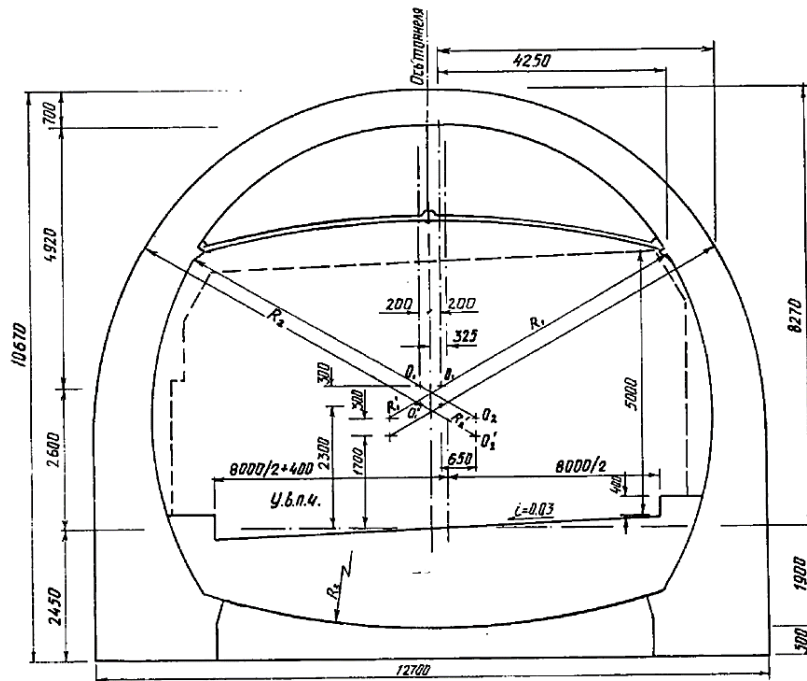


Рисунок 6 – Габариты тоннеля

Технологии виртуальной реальности находятся далеко за пределами той стадии, когда только игры могут извлечь из них выгоду. Специалисты по строительству также нашли применение очков виртуальной реальности. (Рис.7). Отрасль часто страдает от остановки рабочего процесса и постоянного увеличения бюджета из-за неточностей в чертежах или непредвиденных проблем. Строительные работы могут занять месяцы или годы в зависимости от проекта. Но что, если бы вы могли войти в дом и проверить каждый его угол еще

до того, как будет заложен фундамент? Технологии виртуальной реальности могут сделать это возможным, а также улучшить многие другие аспекты отрасли. Хотя традиционные 3D-модели обеспечивают несколько лучший уровень понимания и взаимодействия, чем голые чертежи и грубые макеты, виртуальная реальность может предложить гораздо больше.



Рисунок 7 – Инженер-строитель в очках виртуальной реальности

Литература:

1. Канал IDS GeoRadar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=OCroolEjLW0>. – Дата доступа: 22.12.2020.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИЗДЕРЖКИ

*Чаусова Виктория Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Жилко Яна Витальевна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

Наши желания безграничны. Средства для удовлетворения этих потребностей ограничены, но они могут использоваться в альтернативных целях. Поэтому возникает проблема выбора.

Альтернативная стоимость чего-либо - это уже упущенная альтернатива. Это означает, что один товар может быть произведен только за счет отказа от производства другого товара. Мужчина, который женится на девушке, упускает возможность жениться на другой девушке. «альтернативная стоимость - это стоимость лучшей альтернативы, от которой отказываются, когда делается выбор».

«альтернативные издержки - это количество следующей лучшей продукции, от которой необходимо отказаться (используя те же ресурсы), чтобы произвести товар».

Теория альтернативных издержек описана в монографии «Теория общественного хозяйства» 1914 года. Согласно ей:

- производительные блага представляют собой будущее. Их ценность зависит от ценности конечного продукта;
- ограниченность ресурсов определяет конкурентность и альтернативность способов их использования;
- издержки производства имеют субъективный характер и зависят от альтернативных возможностей, которыми приходится жертвовать при производстве некоего блага;
- действительная стоимость (полезность) любой вещи есть недополученные полезности других вещей, которые могли быть произведены с помощью ресурсов, истраченных на производство данной вещи. Данное положение известно также как закон Визера;
- вменение осуществляется на основе альтернативных издержек — издержек утраченных возможностей.

Важность концепции альтернативных издержек

1. Определение относительных цен на товары

Эта концепция полезна при определении относительных цен на различные товары. Например, если при заданном количестве факторов можно произвести один стол или три стула, то цена одного стола будет, как правило, в три раза равняться стоимости одного стула.

2. Фиксация вознаграждения фактору

Эта концепция также полезна при установлении цены фактора. Например, предположим, что альтернативная работа профессора колледжа - это работа в страховой компании с зарплатой 4000 долларов в месяц. В таком случае ему нужно заплатить не менее 4000 долларов, чтобы он и дальше оставался в колледже.

3. Эффективное распределение ресурсов

Эта концепция также полезна для эффективного распределения ресурсов. Предположим, альтернативная стоимость 1 стола составляет 3 стула, а цена стула - 100 долларов, а цена стола - 400 долларов. В таких условиях лучше производить один стол, а не три стула. Потому что, если он изготовит 3 стула, он получит только 300 долларов, тогда как стол принесет ему 400 долларов, то есть на 100 долларов больше.

Ограничения

У концепции есть следующие недостатки:

1. Конкретные

Если услуга фактора специфична, ее нельзя использовать альтернативно. Стоимость трансфера или альтернативная стоимость в таком случае равна нулю. Это чистая рента.

2. Инерция

Иногда факторы могут сопротивляться переходу на другую работу. В таком случае необходимо будет произвести платеж, превышающий чистую стоимость перевода, чтобы побудить его перейти на другую работу.

3. Идеальная конкуренция

В основе концепции лежит идеальная конкуренция. Однако идеальная конкуренция - это миф, который редко бывает преобладающим.

4. Частные и социальные издержки

Вероятно возникновение несоответствия между частными и социальными издержками. Например, предположим, что химический завод сбрасывает промышленные отходы в реку. Это создает серьезную опасность для здоровья, которую нельзя измерить деньгами.

5. Альтернативы точно не известны.

Упущенные возможности часто невозможно установить. Это также представляет собой серьезное ограничение концепции.

Оценка стоимости альтернативных издержек

Стоимость альтернативных издержек не является суммой всех доступных альтернатив, поскольку все эти альтернативы, в свою очередь, взаимно исключают друг друга. Стоимость альтернативных издержек — это стоимость наиболее ценной издержки.

Так, к примеру, стоимость альтернативной издержки при принятии городским советом решения построить больницу на свободном земельном участке будет равняться потере чистого дохода от использования земли, если бы на ней был возведён спортивный центр, или потере чистого дохода от использования земли для нужд парковки, или же той суммы денег, которую городской бюджет смог бы выручить, продав эту землю, — в общем, стоимостью альтернативных издержек в этом случае будет тот вариант, который смог бы принести наибольшую прибыль, если бы им воспользовались. Соответственно, выбор такого варианта исключает все остальные возможности получения дохода и к стоимости альтернативных издержек они отношения не имеют.

БРУКЛИНСКИЙ МОСТ

*Чернухин Максим Сергеевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Бруклинский мост, ранний пример подвесного моста из стальной проволоки, который использует гибридную конструкцию вантового/подвесного моста с горизонтальными и диагональными подвесными тросами. Его башни выполнены в готическом стиле, с характерными остроконечными арками. Бруклинский мост проходит через Ист-Ривер от Бруклина до Манхэттена в Нью-Йорке. Блестящее инженерное сооружение 19-го века, Бруклинский мост был первым мостом, который использовал сталь для кабельной проволоки. С момента своего строительства мост стал важной достопримечательностью Нью-Йорка — выдающимся архитектурным достижением, которое до сих пор почитается во всем мире. Бруклинский мост, спроектированный Джоном Роблингом, строился с 1869 по 1883. Джон Роблинг спроектировал ферменную конструкцию Бруклинского моста, которая оказалась в шесть-восемь раз прочнее, чем он думал. Роблинг разработал свой собственный метод плетения проволочных кабелей, который использовался при строительстве его мостов. Он построил ряд подвесных мостов, в том числе мост Цинциннати-Ковингтон, позже переименованный в мост Джона А. Роблинга.

Главный пролет между двумя подвесными башнями составляет 486,3 м в длину и 26 м в ширину был самым длинным в мире до завершения строительства консольного моста Ферт-оф-Форт в Шотландии в 1890 году. Главный пролет и боковые пролеты поддерживаются конструкцией, содержащей шесть ферм, идущих параллельно проезжей части. Эти фермы удерживаются подвесными канатами, которые свисают вниз с каждого из четырех основных тросов. Поперечные балки проходят между фермами наверху, а диагональные и вертикальные балки жесткости проходят снаружи и внутри каждой проезжей части.

Чтобы обеспечить достаточный зазор для судоходства по Ист-Ривер, Бруклинский мост включает в себя длинные подъездные виадуки с обоих концов. Включая пандусы, Бруклинский мост протяженностью в общей сложности 1834 м в длину. К каждому из боковых пролетов ведет подъездной пандус. 296 м пандус со стороны Бруклина короче, чем 478 м подъездной пандус со стороны Манхэттена.

Бруклинский мост поддерживается четырьмя основными кабелями, которые протянуты с вершин башен и помогают поддерживать проезжую часть. Два из них расположены снаружи проезжей части моста, а два — посередине проезжей части. Каждый основной кабель имеет диаметр 40 см и содержит 5282 параллельных оцинкованных стальных провода, плотно обернутых вместе в цилиндрическую форму. Эти провода связаны в 19 отдельных прядей, с 278 проводами в пряди, потребовалось несколько месяцев, чтобы рабочие связали их вместе. Кроме того, 1520 подвесных тросов из оцинкованной стальной проволоки свисают вниз с основных тросов, а еще 400 тросов тянутся по диагонали от башен.

Каждая сторона моста содержит анкерное крепление для основных кабелей. Крепления имеют четыре анкерные пластины, по одной для каждого из основных кабелей, которые расположены вблизи уровня земли и параллельно земле. Анкерные пластины размером 41 на 44 см, толщиной 6.5 см и весом 46 21 000 кг каждая.

Каждая башня содержит пару остроконечных арок в готическом стиле, через которые проходят дороги. Башни построены из известняка, гранита и цемента. Арочные проемы имеют высоту 36 м. Вершины башен расположены на высоте 48 м над дорожным полотном, в то время как высота от среднего уровня воды до дорожного полотна 36,35 м, что дает башням общую высоту 85 м над средним уровнем воды.

День открытия моста, 24 мая 1883 года, был отмечен большим торжеством, и в нем приняли участие американский президент Честер Артур. Его строительство стало вехой в технологических достижениях целого поколения. Служба национальных парков США объявила его национальным историческим памятником.

ЛИЗИНГ

Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

Лизинг – довольно сложный финансовый инструмент, который захватывает отношения купли-продажи, аренды и займа.

Объясняя простыми словами, лизинг – это долгосрочная аренда с некоторыми особенными моментами.

В настоящее время активно используются 3 вида лизинга :

- Финансовый лизинг – представляет собой аренду на определенный срок, с последующим выкупом предмета лизинга лизингополучателем по остаточной или заранее согласованной цене.
- Оперативный лизинг, по сути, обычная аренда после которой лизингополучатель не может выкупить имущество себе.
- Возвратный лизинг – вид лизинга, при котором собственник продает свое имущество либо технику и оформляет на него лизинговый договор. Возвратный лизинг схож с займом.

В нынешнее время лизинг широко используется в сфере строительства. Он позволяет быстро, без огромных вложений, начать строительство, а так же в кратчайшие сроки модернизировать производство без глобальных денежных вложений. Ещё лизинг можно использовать для получения во временное пользование понравившееся предприятие, что искореняет расходы на доставку и сохраняет кучу времени на монтаж нужного оборудования.

Литература:

1. www.works.doklad.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/bn7uhfNp1QE.html> – Дата доступа: 10.12.2020.
2. www.bank-biznes.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bank-biznes.ru/lizing/lizing-v-stroitelstve.html> – Дата доступа: 10.12.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ВБЛИЗИ ГОРОДА ДЖАКАНА

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для строительства горного тоннеля с развитой инфраструктурой была выбрана местность вблизи Жакара (Бразилия). С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку В было решено спроектировать горный тоннель.



Рисунок 1 – План трассы

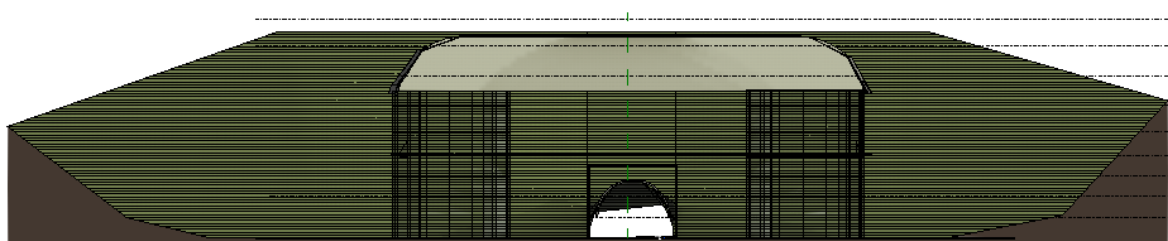


Рисунок 2 – Южный фасад

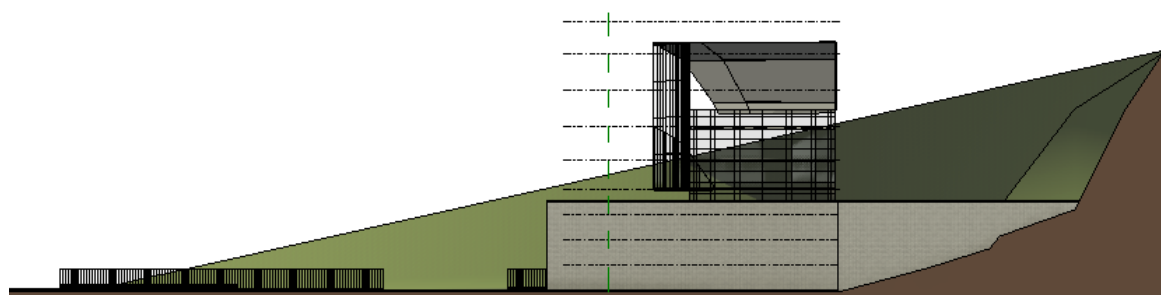


Рисунок 3 – Восточный фасад

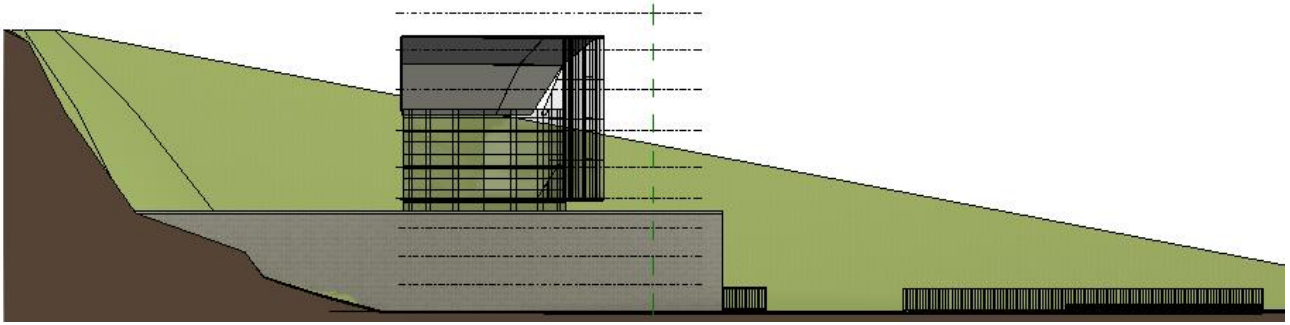


Рисунок 4 – Западный фасад

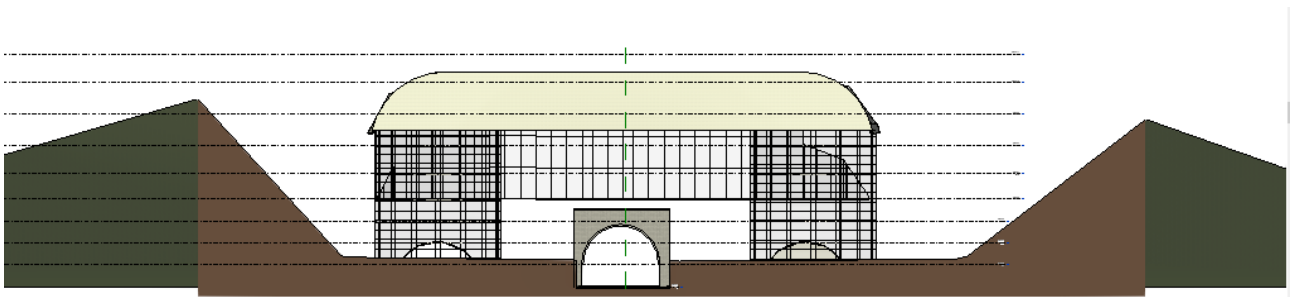


Рисунок 5 – Разрез по тоннельной части

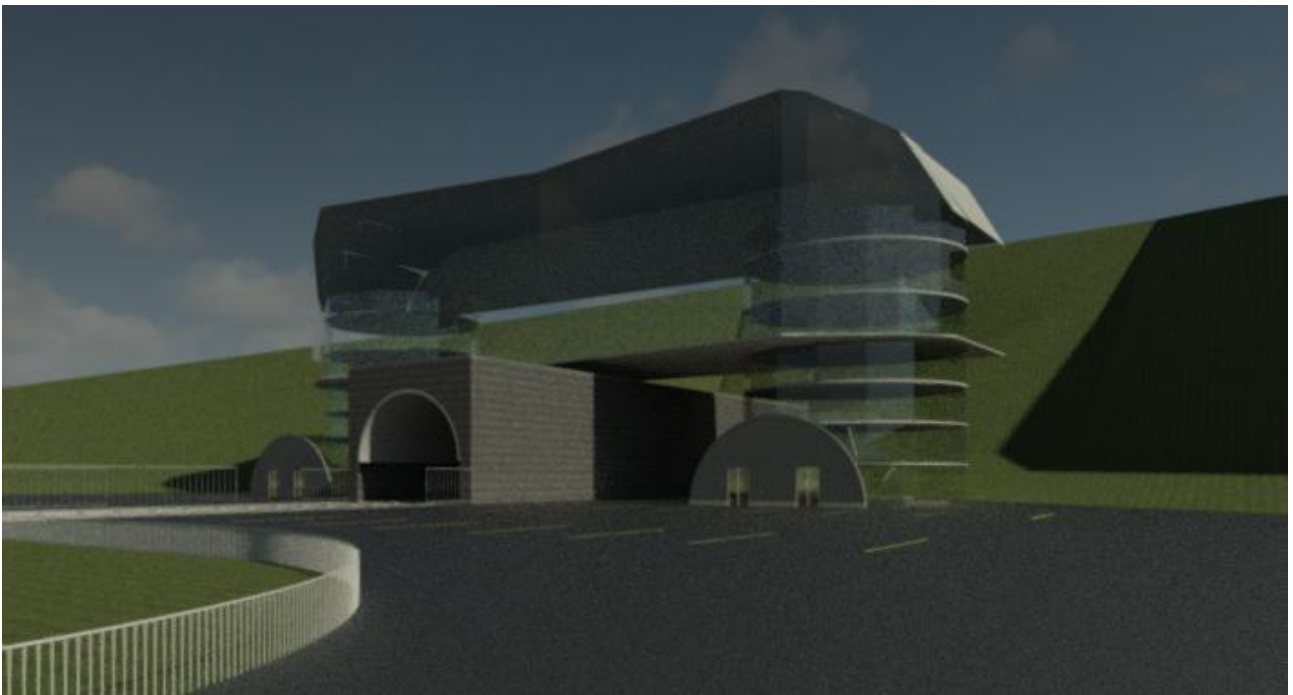


Рисунок 7 – Общий вид портала (1)

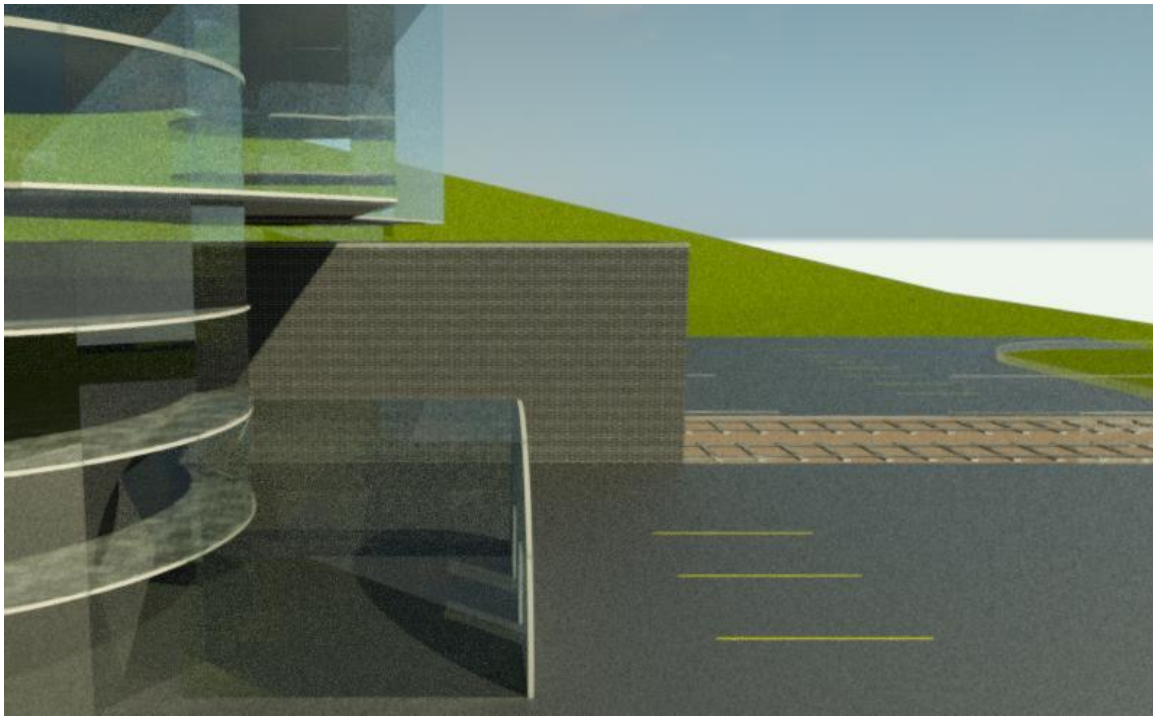


Рисунок 8 – Общий вид портала (2)

Для портала спроектировано по одному въезду и выезду в южном и северном направлениях.

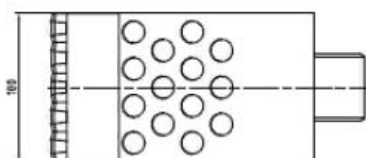
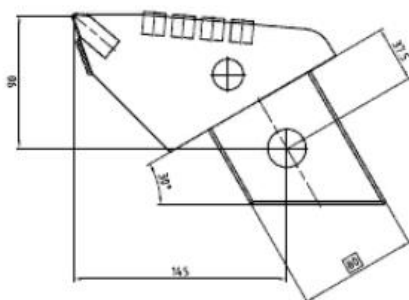
На въезде и выезде располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя отель со всеми удобствами, в котором посетители имеют возможность остановиться на отдых. В здании расположены:

- торговые магазины;
- ресторан;
- фуд-корт;

Выполнение прохода тоннеля в срок является одним из критериев при строительстве. Для этого все механизмы должны работать исправно и работы выполняться качественно.

Так одним из уязвимых частей проходческих машин являются его резцы, которыми он врезается в породу и со временем изнашиваются, требуя замены, что в свою очередь замедляет процесс прохода. На выручку приходят разработки различных компаний. Резцы изготавливают из вольфрамового сплава с особым полимерным покрытием. В результате они медленнее стачиваются при работе в твёрдых породах. Так же усиливаются боковые части, тем самым воспринимают боковое давление что уменьшает абразивное действие. Пример усиленных резцов представлен на рисунке 10.

Стандартное исполнение
Herrenknecht



Усиленная конструкция (цена ниже, стойкость -
выше!)

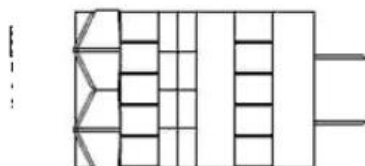
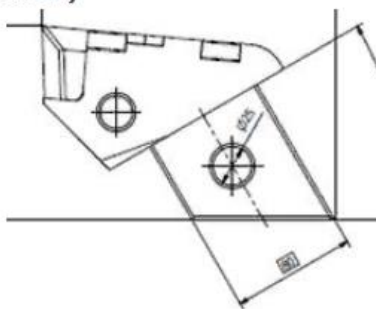


Рисунок 9 – Различие усиленных и заводских резцов

Литература:

1. Сайт Unitools [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unitools.ru/>

ТОННЕЛИ

Янковский Дмитрий Николаевич, студент 1-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук., доцент)

Издавна, тоннели использовались для разных целей. Некоторый для добычи руды, другие для линий метро, дорожных путей, каналов проведения воды

Сначала тоннель выкапывают, а после облицовывают по мере необходимости, для дополнительной опоры. Туннели под водой в настоящее время обычно строятся с использованием погруженной трубы: длинные сборные секции труб плавают к месту строительства, погружаются в подготовленную траншею и засыпаются. У всех подземных работ есть ряд трудностей, которые возникают во время их строительства. Многие из них возникают из-за притоков воды, слабости грунту, а размеры отверстий по большей мере усиливают эти трудности.

Методы туннелирования придумывались ещё в древние времена. Египтяне разработали технику резания мягких пород медными пилами и полыми камышовыми сверлами. Греки и римляне широко использовали туннели для рекультивации болот. Возможно, самым большим туннелем в древние времена являлся дорожный туннель длиной 4800 футов, шириной 25 футов и высотой 30 футов между Неаполем и Поццуоли, выполненный в 36 году до нашей эры. Чтобы избежать необходимости в облицовке, большинство древних туннелей выкапывали в прочных скалах. Методы вентиляции были примитивны, часто ограничиваясь размахиванием брезентом у входа в шахту. Большинство туннелей унесли жизни сотен или даже тысяч рабочих.

Так как в Средневековье основным применением туннелей являлось горнодобывающая промышленность, то следующим крупным достижением стало увеличение внимания в сторону дорожных туннелей в Европе в 17 веке. Одновременно через Альпы начали прокладывать железнодорожные туннели. Первый из них, туннель Мон-Сени. Только спустя 14 лет после начала стройки его инженеру Жермен Соммайлер удалось закончить строительство этого туннеля, длиной 8.5 миль. В процессе он внедрил много новаторских технологий, включая рельсовые буровые вагоны, гидравлические воздушные компрессоры и строительные лагеря для рабочих с школами, больницами, зданиями отдыха и ремонтными мастерскими. Соммайлер так же запомнился как

создатель пневматической дрели, которая в дальнейшем позволила ускорить продвижение тоннелей со скоростью 15 футов в день, что на те времена было очень хорошим показателем. Однако некоторое время спустя эта разработка был заменена более прочными свёрлами, разработанными в Соединённых Штатах Америки.

В 1908 году в Летшберге произошла крупная катастрофа. Когда один из кораблей проходил под долиной реки Кандер, массивный поток воды, гравия и обломков скал заполнил туннель длиной 4300 футов, похоронив весь экипаж из 25 человек. Группа геологов предсказывала, что туннель будет находится в твёрдой породе и ему ничего не грозит. Но дальнейшее исследование показало, что коренная порода лежит намного глубже. После этого события необходимость геологических исследований была неоспорима. В дальнейшем туннель был перемещён примерно на одну милю вверх по течению, где он спокойно пересёк долину Кандер.

Туннелирование под реками считалось невозможным до момента изобретения защитного щита английским инженером Марком Брюнели. Впервые щит был использовали в 1825 году, в туннеле Уоппинга-Ротерхита. После нескольких неудач с наводнениями, Брюнели всё-таки удалось построить второй щит. Так, спустя 9 лет после начала строительства, в 1841 году открылся туннель длиной 1200 футов. В 1874 году Грейтхед сделал подводную технику действительно практичной, усовершенствовав и механизировав щит, а также внедрив применение сжатого воздуха в строительство тоннелей под водой, чтобы сдерживать давление воды. Одним из применений этого принципа являлось попытка проложить туннель под Нью-Йоркской рекой Гудзон в 1880 году. Однако, когда было раскопано 1600 футов, было принято решение отказаться, так как строители столкнулись с некоторыми трудностями и человеческими потерями. Первое крупное применение метода "щит плюс сжатый воздух" произошло в 1886 году в лондонском метро, где он достиг неслыханного рекорда в семь миль туннелирования без единого смертельного случая. Грейтхед так тщательно разработал свою методику, что она успешно использовалась в течение следующих 75 лет без каких-либо существенных изменений.

С распространением подводного туннелирования большинство железнодорожных тоннелей и пешеходных тоннелей были построены с использованием щита "Greathead". Однако строители автомобильных тоннелей столкнулись с ещё одной проблемой: ядовитые газы, производимые двигателями внутреннего сгорания автомобилей. Решение этой проблемы нашёл Клиффорд Холланд, применив его в туннеле построенным под Гудзоном в 1927 году, который теперь носит его имя. Проблему получилось решить с помощью

огромной мощности вентиляторов на каждом конце тоннеля. Принцип их работы заключался в нагнетании воздуха через канал под проезжей частью и вытяжным каналом над потолком. Однако не обошлось и без трудностей. Такой метод значительно увеличивал размеры тоннеля.

С 1950-го года большинство подводных конструкций строились по принципу погружных труб. При котором длинные трубные секции изготавливались заранее, буксировались на место, погружались в предварительно вырытую траншею, соединялись с уже установленными секциями и затем засыпались. Эта базовая процедура была впервые использована в ее нынешнем виде на железнодорожном туннеле Детройт-Ривер между Детройтом и Виндзором, Онтарио. Основным преимуществом этого метода являлось отсутствие высоких затрат, а так же рисков во время строительных работ, так как работа внутри такого сооружения происходила при атмосферном давлении.

Секция 2

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ПРИДОРОЖНЫЙ СЕРВИС И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО РАЗВИТИЯ

Абрамчук Владислав Иванович, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Соболевская С.Н., старший руководитель)

Одним из приоритетных направлений развития экономики Республики Беларусь вплоть до 2020 года считается усовершенствование подорожного сервиса. Слово «придорожный сервис» заключается с 2-ух частей. Под «сервисом» (с фр. «service» – отдел, сервис, предоставление услуг) подразумевают особенный тип высококлассной работы лица, ориентированный в удовлетворенность нужд покупателей линией предложения услуг. В свою очередь «придорожный» обозначает «находящийся около дороги».

Согласно определению, данному на сайте Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, под «объектами придорожного сервиса» понимают «капитальные строения (здания, сооружения), расположенные на придорожной полосе республиканских автомобильных дорог и предназначенные для обслуживания участников дорожного движения в пути следования» [1]. К ним относятся объекты торговли и общественного питания, гостиницы, мотели, кемпинги, мойки, станции техобслуживания.

В настоящий период в Беларуси на республиканских автомобильных дорогах функционируют более 340 автозаправочных станций, 160 газозаправочных мест, приблизительно 60 гостиниц, более 40 моек, 80 охраняемых стоянок, 345 компаний торговли, наиболее 450 пунктов общественного питания, 90 мест технического обслуживания.

Проблемы компании подорожного обслуживания во нашей республике регулирует полный несколько нормативных бумаг, установленных из-за минувшие Двадцатый года, во этом количестве:

- Закон Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» от 2.12.1994 №3434-ХІІ,

- «Положение о порядке размещения, архитектурного оформления и оборудования объектов придорожного сервиса на автомобильных дорогах общего пользования» от 10.09.2008 №1326, утвержденное Постановлением Совета Министров Республики Беларусь

- Приказ Президента Республики Беларусь ««О мерах по развитию придорожного сервиса» с 15.05.2008 №270;

- Генеральная схема развития придорожного сервиса на республиканских автомобильных дорогах до 2015 года от 28.02.2013 №5, утвержденная постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Согласно вышеперечисленным нормативным актам, в Беларуси упрощен порядок выделения земель под дорожную инфраструктуру, предусмотрены двухлетние на- 124 логовые каникулы и возможность получения льготных кредитов для владельцев будущих объектов придорожного сервиса на их строительство.

Согласно данным Министерства спорта и туризма в кратчайшие сроки в Республике Беларусь будет организован обязательный перечень инфраструктуры вблизи объектов придорожного сервиса, куда войдут гостиницы, сувенирные киоски, площадки для отдыха, санитарные устройства, малые архитектурные формы, информационно-рекламные щиты и др.

Среди этим, интернациональные специалисты фиксируют соответствующее недочеты во компании белорусского подорожного обслуживания:

- высокие процентные ставки на получение кредита под строительство объектов придорожного сервиса;
- преобладание платных стоянок для водителей-дальнобойщиков, в то время как за рубежом имеются бесплатные охраняемые автостоянки;
- оказание белорусскими объектами придорожного сервиса 1-2 услуг;
- отсутствие на автозаправках душа, а на протяжении дорог – таксофонов и пунктов экстренного ремонта транспорта;
- скудный ассортимент блюд, небольшой размер порций в придорожных пунктах питания и др.

Для того чтобы устранить существующие недостатки, Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларуси разработан и утвержден технический нормативный акт (кодекс) «Автомобильные дороги. Размещение и обустройство объектов сервиса» – ТКП 507-2014 (02190).

Следует отметить, что прототипом данного технического кодекса послужили рекомендации, принятые в Федеративной Республике Германии. В частности для немецкого придорожного сервиса характерно:

- наличие вдоль всех автобанов каждые 30-50 км комплексных объектов придорожного сервиса, сочетающих полный спектр услуг;
- безопасность и комфортность пребывания и передвижения пользователей немецких автобанов;
- наличие в местах пересечения транспортных коридоров многофункциональных комплексов придорожного сервиса и др.

Содержание разработанного в Беларуси технического кодекса также соответствует межгосударственному стандарту Евразийского совета по стандартизации, метрологии и сертификации государств, входящих в СНГ. В данном кодексе детально представлены:

- неотъемлемые также подходящие промышленные характеристики объектов подорожного обслуживания,

- нормы строительства и реконструкции автодорог,
- советы предприятиям, которые будут заняты в постройке новейших объектов придорожного сервиса и др.

Подводя результат вышеизложенному, подчеркнем то, что опыт организации подорожного сервиса за границей может быть полезна Республике Беларусь, а его анализ и внедрение имеют все шансы быть в числе значимых задач внешнеэкономической деятельности экспертов экономического профиля.

Литература:

1. Придорожный сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mintrans.gov.by/rus/activity/roadmanagement/pridorojniy/>. – Дата доступа: 20.05.2021.
2. Придорожный сервис Беларуси: проблемы и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.transportal.by/spetz_rassle-dovanie/pridorozhnyy-servis-belarusiproblemy-i-perspektivy.html?sphrase_id=4788. – Дата доступа: 20.05.2021.
3. Кодекс для придорожного сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gb.by/novosti/ekonomika/kodeks-dlya-pridorozhnogo-servisa>. – Дата доступа: 20.05.2021.

СЕЗОННЫЕ ОСМОТРЫ, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Архипенко Ярослав Игоревич, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Под постоянным контролем дорожных организаций находится техническое, технико- и транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог общего пользования. Выполняются ежемесячные, патрульные и сезонные осмотры, проводятся выборочные и целевые проверки эксплуатационного состояния, а на республиканских дорогах и инструментальные измерения прочности, ровности и сцепных качеств дорожных покрытий. Сезонные осмотры дорог играют существенную роль в управлении дорожным хозяйством. Они проводятся создаваемыми представительскими комиссиями в установленное время по единой системе учета эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог. Для весеннего осмотра отводится месяц после окончания подготовки дорог к эксплуатации в летний период, а осенний проводят в основном в период с 1 по 31 октября. Требования к качеству содержания и состояния дорог оцениваются баллами: 5 баллов – отлично; 4 балла – хорошо; 3 балла – удовлетворительно; 2 балла – плохо и 1 балл – очень плохо. Балльная система имеет соответствующую практическую основу, а для комплексной оценки объекта введены коэффициенты элементной весомости. Уровень эксплуатационного состояния дороги или отдельного ее участка определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Pi} = \frac{\mathcal{E}_{\Pi} t_1 + \mathcal{E}_{\text{ЗП}} t_2 + \mathcal{E}_{\text{М}} t_3 + \mathcal{E}_{\text{Т}} t_4 + \mathcal{E}_{\text{Об}} t_5}{n}$$

где \mathcal{E}_{Π} , $\mathcal{E}_{\text{ЗП}}$, $\mathcal{E}_{\text{М}}$, $\mathcal{E}_{\text{Т}}$, $\mathcal{E}_{\text{Об}}$ – оценка эксплуатационного состояния проезжей части, земляного полотна, мостов, труб, инженерного обустройства;

$t_1 \dots t_5$ – коэффициенты весомости соответствующих элементов дороги;

n – число осмотренных элементов.

Оценка сети автомобильных дорог определяется как средневзвешенное значение состояния ее составляющих

$$\mathcal{E}_{\text{с.д.}} = \frac{\sum \mathcal{E}_{\text{д}(i)} L_i}{L_i}$$

Где $\mathcal{E}_{\text{д}(i)}$ состояния i -той дороги;

L_i –длина i -той дороги.

Существующая система проведения сезонных осмотров соответствует современным требованиям. Но было бы целесообразным более детально учитывать дефекты и дефектность дорожных покрытий.

Литература:

1. Леонович, И. И. Диагностика автомобильных дорог: учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальности 1-70 03 01 "Автомобильные дороги" / И. И. Леонович, С. В. Богданович. - Минск : БНТУ, 2012. - 225 с. : ил.

ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ТРУДАХ УЧЕНЫХ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ

*Войтик Евгений Анатольевич, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Диагностика как метод оценки состояния автомобильных дорог за последние годы перешла в науку. Она содержит определённый теоретический фундамент, располагает практическими методами неразрушающего и разрушающего контроля, основывается на постоянно совершенствующейся приборно-измерительной базе. Дорожная диагностика, как и иные науки, прошла свой исторический путь развития, имеет прошлое, настоящее и будущее.

На данный момент дорожная диагностика охватывает комплекс установившихся теоретических положений о надёжности и прочности дорожных одежд, ровности, шероховатости и сцепных свойствах дорожных покрытий, об инженерном, архитектурном и информационном обустройстве дорог, экологической и дорожно-транспортной безопасности, а также о системе управления качеством дорог, технологии и организации работ по их содержанию и ремонту.

Многие результаты научных исследований, полученные в прошлом, продолжают быть актуальными в наши дни; другие являются исходной основой для новых обоснований; некоторые, несомненно, будут применяться в перспективе. При изучении специальных дисциплин по дорожной проблематике, в том числе при изучении диагностики автомобильных дорог, необходимо обращаться к творческому наследию ученых и специалистов России, Украины, Беларуси и других стран.

Андреев Олег Владимирович (1911-1990)-кандидат технических наук (1939 г.), профессор (1961 г.), выдающийся педагог и организатор высшего образования. После окончания МАДИ (1933 г.) занимался научно-педагогической деятельностью. Разработал принципиально новый тип укрепления нижнего бьефа малых мостов и труб по типу «погребенного откоса», ныне вошедший во все типовые проекты; поставил на строгую научную основу расчеты общего размыва, уширений подмостовых русел (срезок) и характерных подпоров на мостовых переходах с использованием уровней баланса наносов и неустановившегося течения жидкости и т.д. Его перу принадлежит более 100

печатных работ, часть которых опубликована за рубежом. Среди опубликованных работ - учебники, учебные пособия, монографии и справочники.

Безрук Василий Макарович (1905-1996) — Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, лауреат Государственной премии СССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор. Окончил геологический факультет МГУ (1931 г.). Работал в СоюздорНИИ. Его исследования были связаны с дорожным и аэродромным строительством. По проблемам укрепления грунтов, инженерной геологии, использования отходов промышленности и местных материалов в дорожном строительстве опубликовано более 170 его научных работ, в том числе учебники по грунтоведению для вузов и техникумов.

Васильев Юрий Михайлович (род. в 1929 г.) - доктор технических наук (1991 г.), профессор (1991 г.). Работал в Ленинградском филиале СоюздорНИИ. Проводимые им исследования относятся к проблемам земляного полотна, уплотнения грунтов, укрепления грунтов вяжущими, проектирования дорожных одежд и др. Результаты научных исследований изложены в 200 печатных работах, в том числе нормативно-технических.

Евгеньев Игорь Евгеньевич (род. в 1928 г.)-доктор технических наук (1976 г.), профессор (1978 г.). Окончил Московский инженерно-строительный институт (1952г.). Работал на строительстве мостов и дорог в различных районах СССР, а также в БелдорНИИ. Исследовал проблемы технологии возведения земляного полотна в сложных почвенно-грунтовых условиях, уплотнения грунтов и охраны окружающей среды. Под его руководством и при непосредственном участии был подготовлен ряд нормативных документов, имеющих важнейшее значение для дорожной отрасли. Опубликовано свыше 250 его научных трудов.

Шарапов Василий Иванович (род. в 1916 г.) государственный и общественный деятель Республики Беларусь, ветеран дорожной отрасли. Работал начальником Главного управления шоссейных дорог при Совете Министров БССР (с 1972 г.), Министром строительства и эксплуатации автомобильных дорог Беларуси (1973-1989 гг.). Внес существенный вклад в развитие дорожной отрасли, совершенствование структуры управления дорожным хозяйством и внедрение новых технологий строительства, ремонта и содержания дорог.

Названные выше имена далеко не исчерпывают список ученых и специалистов бывшего Советского Союза, стран СНГ, внесших существенный вклад в развитие дорожной науки.

По проблемам диагностики и управления качеством автомобильных дорог имеется достаточно обширная нормативная литература, изданная в Беларуси, России и других странах.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ СИНГАПУРА

Войткевич Антон Александрович, студент 4-го курса

Кожевятова Дарья Викторовна, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Шохалевич Т. М., старший преподаватель)

Исследователи из Сингапурского технологического университета Наньян (NTU) изобрели новую разновидность бетона, более прочную, легкую и тонкую, чем традиционные бетонные смеси. Гибкий бетон называется ConFlexPave, он обладает уникальными свойствами, позволяющими сократить время, необходимое для дорожных работ и строительства нового покрытия. Кроме того, гибкий бетон также снижает затраты на техническое обслуживание.

ConFlexPave - это специально разработанная смесь полимерных микроволокон и определенных типов твердых материалов. Эти специальные синтетические волокна позволяют бетону изгибаться при растяжении. Кроме того, он также увеличивает сопротивление скольжению и трещинообразованию.

Как правило, в традиционном бетоне используется гравий, песок, цемент и вода. Такое сочетание делает смесь прочной, но не гибкой. Таким образом, трещины возникают под сильным давлением. Но ConFlexPave легче и прочнее благодаря своему уникальному составу, который позволяет ему гнуться, а не растрескиваться.

Доцент НТУ Ян Энь-Хуа, ведущий исследователь, сказал: «Ключом к разработке этого строительного материала нового поколения было понимание того, как все компоненты взаимодействуют друг с другом механически на микроскопическом уровне. Обладая детальным пониманием, мы можем сознательно выбирать ингредиенты и проектировать компоненты, чтобы наш конечный материал отвечал особым требованиям, необходимым для дорожных работ.»

По мнению исследователей такие гибкие бетонные плиты позволят сократить сроки строительства в будущем. Исследовательская группа успешно протестировала образцы материала размером с планшет. В течение следующих трех лет команда расширит тестирование с более крупными установками в кампусе JTC, где ConFlexPave действительно будет проходить испытания (как от пешеходов, так и от транспортных средств).

МАТЕРИАЛ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ - ГИБКИЙ БЕТОН CONFLEXPAVE

Войткевич Антон Александрович, студент 4-го курса

Кожевятова Дарья Викторовна, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Шохалевич Т.М., старший преподаватель)

Исследователи из Сингапурского технологического университета Наньян (NTU) изобрели новую разновидность бетона, более прочную, легкую и тонкую, чем традиционные бетонные смеси. Гибкий бетон называется ConFlexPave, он обладает уникальными свойствами, позволяющими сократить время, необходимое для дорожных работ и строительства нового покрытия. Кроме того, гибкий бетон также снижает затраты на техническое обслуживание.

ConFlexPave - это специально разработанная смесь полимерных микроволокон и определенных типов твердых материалов. Эти специальные синтетические волокна позволяют бетону изгибаться при растяжении. Кроме того, он также увеличивает сопротивление скольжению и трещинообразованию.

Как правило, в традиционном бетоне используется гравий, песок, цемент и вода. Такое сочетание делает смесь прочной, но не гибкой. Таким образом, трещины возникают под сильным давлением. Но ConFlexPave легче и прочнее благодаря своему уникальному составу, который позволяет ему гнуться, а не растрескиваться.

Доцент НТУ Ян Энь-Хуа, ведущий исследователь, сказал: «Ключом к разработке этого строительного материала нового поколения было понимание того, как все компоненты взаимодействуют друг с другом механически на микроскопическом уровне. Обладая детальным пониманием, мы можем сознательно выбирать ингредиенты и проектировать компоненты, чтобы наш конечный материал отвечал особым требованиям, необходимым для дорожных работ».

По мнению исследователей такие гибкие бетонные плиты позволят сократить сроки строительства в будущем. Исследовательская группа успешно протестировала образцы материала размером с планшет. В течение следующих трех лет команда расширит тестирование с более крупными установками в кампусе JTC, где ConFlexPave действительно будет проходить испытания (как от пешеходов, так и от транспортных средств).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Войткевич Антон Александрович, студент 4-го курса

Кафедра «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Транспортная система города служит спасательным кругом для бесперебойного функционирования города. В отсутствие правильных каналов передвижения жизнь людей, живущих в городских районах, останавливается. От правильных средств и управления транспортными каналами зависит качество жизни в современных высокотехнологичных городах.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) может революционизировать способ передвижения людей в метро и умных городах. ИТС предлагает новый подход в предоставлении различных видов транспорта, развитой инфраструктуры, решений по управлению трафиком и мобильностью. Используется ряд электронных, беспроводных и коммуникационных технологий, чтобы предоставить потребителям доступ к более умному, безопасному и быстрому способу передвижения.

Важные особенности интеллектуальной транспортной сети.

Управление общественным транспортом: Эта услуга направлена на поощрение использования общественного транспорта среди людей. Поставленная цель может быть достигнута путем эффективной автоматизации, планирования и управления общественным транспортом с помощью анализа данных в режиме реального времени различных маршрутов. Эта информация помогает узнать расписание движения транспортных средств и быстро реагировать операторам и диспетчерам во время отклонения, задержки или других чрезвычайных ситуаций. Это также помогает в обеспечении безопасности людей, занятых в системах общественного транспорта.

Информация о маршруте: Если у путешественников есть предварительная информация о маршруте, наиболее подходящем для их путешествия, их путешествие становится легким и комфортным, особенно для новой зоны. Информация в режиме реального времени об условиях движения, транзитных системах, резких поворотах, знаках остановки, дорожных условиях, маневрах и других инструкциях о маршрутах может облегчить путешествие. Водитель может получить доступ ко всей этой информации через свой компьютер, смартфоны или телефонную сеть, прежде чем продолжить свое путешествие. Они также могут проверять продолжительность времени в пути,

состояние транспортного потока, альтернативные маршруты, дорожно-строительную деятельность, транзитные маршруты, платные тарифы, парковочные места с помощью знаков переменного сообщения (VMS), средств связи и беспроводных устройств.

Безопасность и управление транспортным средством: Служба обеспечивает безопасность операторов транспортных средств посредством информации о бдительности и контроле транспортных средств. Водители могут оценить свои возможности вождения, дорожные условия и производительность автомобиля. Они могут быть предупреждены о любых столкновениях спереди или сзади, когда они меняют полосу движения или поворачивают на перекрестках, отслеживая положение других транспортных средств. Кроме того, передовые датчики в транспортных средствах могут помочь водителям в период плохой видимости из-за плохой погоды или ночного видения, захватывая изображения окружающей среды. Цель состоит в том, чтобы уменьшить аварийную ситуацию или аварию, информируя водителей, а также операторов аварийных служб о неизбежных столкновениях.

Электронное расписание: Эти карты могут помочь путешественникам узнать время прибытия и отправления, задержки, трансферы и стыковки на транзитных или автобусных станциях. Эта информация помогает путешественникам принимать обоснованные решения или любые изменения, которые они хотят внести в свою поездку в последнюю минуту.

Электронная платежная система и Единая тарифная карта: С интеграцией транспортной системы потребителям не придется тратить время на покупку билетов на различные виды транспорта. Они могут произвести один электронный платеж и получить одну карту оплаты проезда в автобусах, метро, поездах и т.д. Карту можно пополнить онлайн, в торговых точках или на транзитных станциях.

Важные технологии в интеллектуальной транспортной системе.

Продвинутая система слежения: В настоящее время большинство транспортных средств оснащено встроенным GPS-навигатором. Система GPS обеспечивает двустороннюю связь, помогая специалистам дорожного движения находить транспортные средства, проверять превышающие скорость транспортные средства и оказывать экстренные услуги. Смартфоны, мобильные приложения, Google maps стали полезными инструментами для их отслеживания, определения качества дорог, плотности движения и определения местоположения различных маршрутов и мест.

Передовые сенсорные технологии: К ним относятся интеллектуальные датчики как в транспортных средствах, так и в дорожной инфраструктуре. Технологии радиочастотной идентификации и интеллектуального зондирования

маяков обеспечивают безопасность водителей в городах по всему миру. Дорожные отражатели, индуктивные петли встроены в дорогу, помогая в управлении дорожным движением и безопасном вождении, особенно в ночное время. Они также могут информировать о плотности транспортных средств в определенный период времени и могут идентифицировать транспортные средства как на низкой, так и на высокой скорости.

Усовершенствованная система светофоров: В настоящее время в системе светофоров используется радиочастотная идентификация. Эта технология предлагает правильный алгоритм и базу данных даже при применении к нескольким полосам движения, дорожным развязкам и транспортным средствам. Эти фары могут самостоятельно регулироваться во время критических дорожных ситуаций и в час пик без какого-либо ручного присутствия.

Аварийный E-Call Vehicle Service: Во время аварийной ситуации, такой как авария или любой несчастный случай, датчики в автомобиле могут установить контакт с близлежащим аварийным центром. Электронный звонок поможет водителю связаться с обученным оператором, а также передать важную информацию непосредственно в центр, такую как время, местоположение, направление транспортного средства и идентификацию транспортного средства. Услуга e-call стала обязательной по всей Европе во всех новых официально утвержденных автомобилях.

Преимущества интеллектуальной транспортной системы.

Минимизация загрязнения окружающей среды: целью ИТС является содействие использованию общественного транспорта в широких массах. Предоставляя одноточечные услуги и предоставляя доступ к информации о транспортном расписании в режиме реального времени, потребители будут привлечены к общественному транспорту, сокращая использование частных автомобилей, тем самым снижая загруженность дорог и снижая уровень загрязнения.

Безопасность и безопасность: анализ данных в реальном времени с помощью GPS, видеонаблюдения, беспроводной связи и Интернета, передовые технологии зондирования могут помочь обеспечить экстренную и критическую медицинскую помощь водителям и путешественникам, когда это необходимо.

Умные парковочные решения: парковочные проблемы влияют на каждого жителя города. Умные парковочные решения с помощью правильной инфраструктуры, подключения к Интернету, камер безопасности могут свести их к минимуму. Многие городские центры сейчас имеют многоуровневую систему парковки. Также есть приложения, которые ориентируют пользователей о бесплатном парковочном месте, доступном поблизости.

В то время как развитые страны, такие как США, Европа и Дубай, уже более десяти лет вкладывают значительные средства в СВОЮ сеть. Это по-прежнему вызов для развивающихся стран. Основными проблемами, с которыми сталкиваются эти страны при внедрении своей сети, являются отсутствие финансирования, ИТ-инфраструктуры, формальной транспортной системы, незапланированные города, неграмотность, плохая общественная инфраструктура и т. д.

Литература:

1. Smartcity.press [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smartcity.press/intelligent-transportation-system-for-smart-cities/>. – Дата доступа: 08.05.2021.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

*Волковец Александр Максимович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

(Научный руководитель – Ходан Е.Н., старший преподаватель)

Воздействие транспортных нагрузок — одна из основных причин разрушения и деформации покрытия автомобильных дорог.

Осевая нагрузка, удельное давление, время и динамичность приложения нагрузки являются характеристиками транспортных нагрузок.

Нагрузка на ось определяется из характеристик автомобиля, его осей и веса.

Интенсивность и скорость движения влияет на время и динамичность приложения.

По интенсивности и грузоподъемности делятся на А1, А2, А3.

Статическую нагрузку определяют на ровной поверхности, принимая ее как кратковременную нагрузку, которая действует в пределах 0,5 секунд. При измерении по не ровной поверхности нагрузка то возрастает, то убывает.

Коэффициент динамической нагрузки (K_d) — отношение действия (упругого прогиба) динамической (l_d) к статической ($l_{ст}$) нагрузке.

$$K_d = \frac{l_d}{l_{ст}} \quad (1)$$

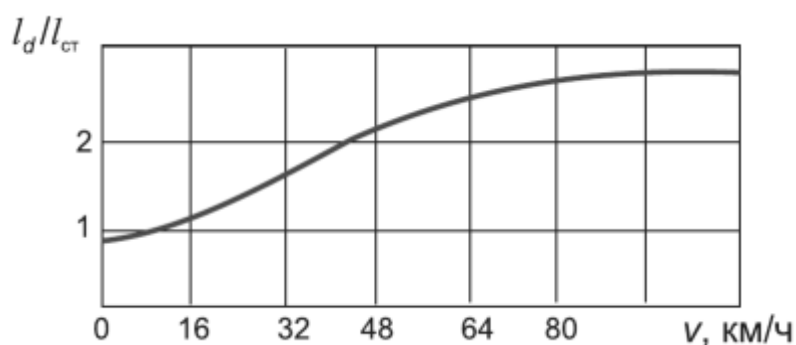


Рисунок 1 – Зависимость $l_d : l_{ст}$ от скорости движения v на неровной поверхности

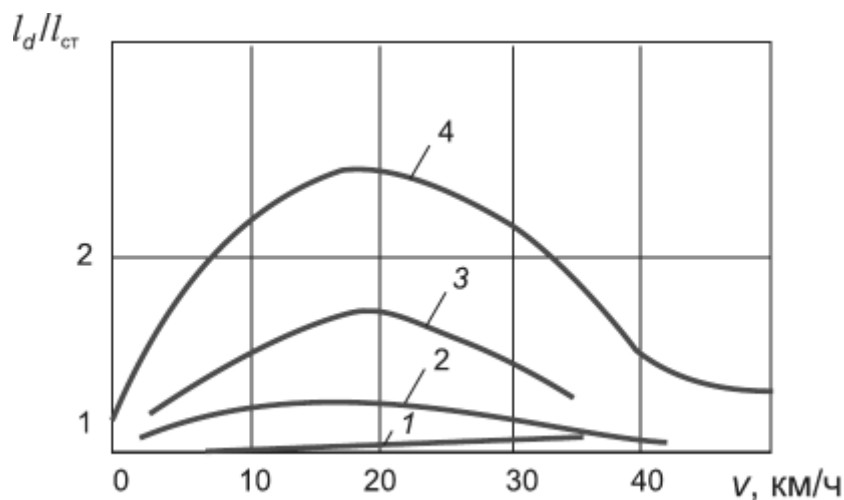


Рисунок 2 – Зависимость $l_d : /ст$ от скорости движения v .

- 1 — асфальтобетонное покрытие;
 2 — обработанное битумом щебеночное покрытие с неровной поверхностью; 3 —
 щебеночное покрытие с выбоинами; 4 — булыжная мостовая

Схема нагружения колеса - штамп диаметром D и нагрузкой P , давление колеса на покрытие p , принимают в зависимости от характеристик расчетных автомобилей.

Оценку деформационного эффекта для различных осевых нагрузок определяется суммарным коэффициентом приведением:

$$K_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{Q_i}{Q_p}\right)^{4,4} \quad (2)$$

где m — число осей;

Q_i — нагрузка на ось;

Нормальные и тангенциальные напряжения действуют через дорожную одежду на земляное полотно, вызывая его деформацию и износ.

Литература:

1. ТКП 45-3.03-112-2008 Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.

АВТОМОБИЛИЗАЦИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ МИРА

Голодок Максим Владимирович, студент 4-го курса

Кафедра «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Автомобилизация – это оснащённость автомобильным транспортом населения. Уровень автомобилизации – это уровень потребления и достатка автомобилями. Транспорт обеспечивает условия жизнедеятельности и движения общества. Транспорт является одним из главных инструментов достижения социальных, экономических и других целей. Беларусь насчитывает 334 автомобиля на 1000 жителей по информации на 2020 год. В собственности населения нашей страны находятся 3094,6 тыс. легковых автомобилей. Можно предположить, что почти в каждой семье есть автомобиль. Кроме легковых автомобилей, в собственности есть коммерческий транспорт, прицепы и полуприцепы, автобусы и мототехника.



Рисунок 1 – Обеспеченность населения легковыми автомобилями по Беларуси

В Беларуси есть представители и редких марок – 2 автомобиля Lamborghini, по 2 автомобиля Maybach, 5 автомобилей Rolls-Royce и 11 автомобилей Aston Martin, 37 автомобилей Maserati, 78 автомобилей Bentley, 81 автомобиль GMC, 662 автомобиля Cadillac и 1411 автомобилей Porsche. Самой популярной маркой легкового автомобиля у граждан в 2019 году являлся Volkswagen - 418,9 тысяч автомобилей.



Рисунок 2 – Обеспеченность населения легковыми автомобилями по областям и Минску

В мире насчитывается более 7 млрд человек и 1,2 млрд легковых автомобилей. Уровень автомобилизации в среднем около 170 автомобилей на 1000 жителей. Автомобилизация Беларуси в 2 раза выше, чем в среднем по миру. Самый большой количество автомобилей в США (252,7 млн. штук) и Китае (101,4 млн. штук). Самая низкая обеспеченность населения автомобилями в Африке (менее 10 на 1000 жителей). Лидером рейтинга по обеспеченности автомобилями в Европе оказалась Исландия (717 шт.). Также на второе и третье место попали Финляндия (604 шт.) и Польша (571 шт.). Высочайшей обеспеченностью автомобилями, свыше 500 автомобилей на тысячу жителей, обладают Япония, Сан-Марино, Финляндия, Монако, США, Новая Зеландия, Мальта, Австрия, Германия, Швейцария, Италия, Словения, Польша, Великобритания, Эстония, Норвегия, Чехия, Бельгия. Здесь каждый второй владеет легковым автомобилем. Беларусь занимает 51-ую строчку мирового рейтинга. Обеспеченность автомобилями ниже белорусского уровня показали из европейских стран только Россия (309 шт.), Украина (245 шт.), Албания (140 шт.), Румыния (261 шт.), Турция (142 шт.).

Литература:

1. Электронный источник – [<https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобилизация>]
2. Электронный источник – [<https://www.belta.by/infographica/view/obespechennost-naselenija-legkovymi-avtomobiljami-22628>]

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Иванов Антон Борисович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Целью диагностики автомобильных дорог является:

- определение ТЭС АД;
- определение объемов ремонтных работ, необходимых для доведения ТЭС АД до нормативных требований.

Основными задачами диагностики являются:

- сбор и обработка исходной информации о состоянии и технических параметрах автомобильных дорог;
- обследование автомобильных дорог;
- формирование структурированной базы данных о транспортно эксплуатационном состоянии автомобильных дорог общего пользования и дорожных сооружений;
- обоснование целесообразности ремонта автомобильных дорог;
- прогнозирование изменения состояния эксплуатационных параметров автомобильных дорог.

Результаты диагностики являются исходной базой данных для обоснования эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на ремонт и содержание дорог. Диагностика эксплуатируемых автомобильных дорог производится систематически, в соответствии с периодичностью, установленной в таблице 1. Диагностика и оценка ТЭС автомобильных дорог может включать контроль, как всего комплекса параметров автомобильной дороги, так и отдельных ее параметров. Диагностику автомобильных дорог следует разделять на сетевую и детальную. Сетевая диагностика республиканских автомобильных дорог проводится по решению республиканского органа государственного управления. Детальная диагностика республиканских автомобильных дорог проводится по решению владельцев дорог. Решение о проведении диагностики как сетевой, так и детальной на местных автомобильных дорогах принимается владельцами дорог. Сетевая диагностика может проводиться как на всей обслуживаемой организацией (владельцем) сети автомобильных дорог, так и на отдельных её участках. Оценка эксплуатационных параметров автомобильных дорог при сетевой диагностике

выполняется без выявления причин снижения транспортно-эксплуатационных показателей.

Таблица 1 – Периодичность проведения обследования

Наименование параметра	Республиканская автомобильная дорога	Местная автомобильная дорога
Прочность нежестких дорожных одежд	Один раз в 8 лет	После возведения, реконструкции и капитального ремонта
Продольная ровность дорожных покрытий	Ежегодно	То же
Коэффициент сцепления	Один раз в два года	«»
Дефектность дорожных покрытий	То же	По заявкам владельцев дорог
Колейность на покрытии	Ежегодно	То же
Несущая способность дорожной одежды	Ежегодно	

Детальная диагностика проводится на отдельных участках дорог с обследованием конструктивных особенностей всех необходимых элементов дороги и выявлением причин снижения транспортно-эксплуатационных показателей. Дополнительно определяют: фактическое состояние и толщины конструктивных слоев дорожной одежды, вид грунта земляного полотна, устанавливают особенности вводно-теплового режима. Информация о состоянии автомобильных дорог может быть получена из эксплуатационной документации и непосредственно путем проведения испытаний на дороге. Данные об эксплуатационных параметрах, которые определяются только на основании измерений, выполненных непосредственно на дороге: - продольная ровность покрытия; - конструкция дорожной одежды; - прочность дорожной одежды; - состояние покрытия по показателю дефектности; - сцепные качества дорожного покрытия. Учет интенсивности движения транспортных средств на республиканских автомобильных дорогах осуществляется с периодичностью не менее пяти лет по решению республиканского органа государственного управления. На автомобильных дорогах местной сети учет интенсивности движения проводится по решению владельцев дорог с целью обоснования затрат на капитальный ремонт и реконструкцию. По результатам учета интенсивности движения устанавливаются характеристики транспортного потока и характерные участки. Результаты сетевой диагностики автомобильных дорог представляются заказчику ежегодно в конце года, если иное не предусмотрено в договоре. По результатам диагностики выявляют участки автомобильных дорог не соответствующие нормативным требованиям по их транспортно-эксплуатационному состоянию, и разрабатывают мероприятия, обеспечивающие доведение ТЭС АД до нормативного уровня или ограничению дорожного движения. С учетом выделяемых на ремонт автомобильных дорог средств,

разработка рекомендаций по ремонтным мероприятиям осуществляется по следующим этапам:

- определение полной потребности в ремонтных мероприятиях, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований;
- формирование перечней участков дорог, на которых рекомендуется проведение ремонтов в первую очередь, исходя из объемов выделяемых средств;
- планирование отсрочки ремонтов, с поддержанием состояния дорог содержанием.

При оценке ТЭС АД и планировании ремонтных мероприятий используются материалы ежегодных сезонных осмотров организуемых владельцами дорог и проводимых с участием представителей с представителями ГАИ и РУП «Белдорцентр». Прогнозирование изменения эксплуатационных параметров дорог осуществляется ежегодно при выборе первоочередных участков ремонта в условиях ограниченного финансирования, периодически при долгосрочном планировании ремонтов, а также при формировании государственных и отраслевых программ. Порядок выполнения диагностики автомобильных дорог. Порядок выполнения работ по диагностике предусматривает следующие этапы: - подготовительные работы; - проведение измерений и обследований на автомобильных дорогах; - камеральная обработка результатов, их анализ и формирование (актуализация) базы данных;

- оценка ТЭС АД и формирование отчета с указанием видов ремонтных мероприятий;

В состав подготовительных работ входит:

- подготовка технического задания;
- предварительный анализ данных содержащихся в базе данных автомобильных дорог с учетом актуальной информации владельцев дорог;
- подготовка испытательного оборудования и средств измерения к выполнению обследования (проведение технического обслуживания и ремонтно-профилактических работ, актуализация свидетельств об аттестации (калибровке, поверке);
- формирование рабочих журналов.

В техническом задании на выполнение работ по диагностике, должно быть отражено: вид диагностики (сетевая, детальная); параметры и объем работ обследования, применяемые методы обследования, требования к содержанию отчета, сроки выполнения. При проведении испытаний необходимо применять испытательное оборудование и средства измерений, имеющие действующие свидетельства об аттестации (калибровке, поверке). Применяемые при диагностике методы испытаний должны соответствовать требованиям ТНПА. В случае проведения измерений другим испытательным оборудованием и

средствами измерения, результаты должны приводиться к стандартизированным методам испытаний. Проведение измерений должно осуществляться с линейной привязкой к местоположению на дороге и полосе движения, где выполнялись измерения. На дорогах 1 категории и дорогах с разделительной полосой (зоной) измерения проводятся для каждого направления отдельно. Интервалы измерения эксплуатационных параметров автомобильных дорог приведены в таблице 2.

Таблица 2– Интервалы измерения эксплуатационных параметров

Эксплуатационные параметры	Интервалы измерений эксплуатационных параметров, не более, м	
	сетевая диагностика	детальная диагностика
Ровность покрытия	100	50
Колейность на покрытии	100	10
Упругий прогиб дорожной одежды	200	50, но не менее десяти измерений на участке
Сцепление колеса автомобиля с покрытием	200	200
Дефектность дорожной одежды	100	20

Камеральная обработка результатов обследования, их анализ и формирование базы данных предусматривает:

- расчет параметров дорог по данным обследований;
- анализ результатов расчета параметров;
- внесение информации в базу данных. Оценка состояния автомобильных дорог и формирование отчета с указанием рекомендуемых видов ремонтных мероприятий предусматривает:
 - оценка ТЭС АД по параметрам;
 - определение полной потребности в ремонтно-восстановительных мероприятиях;
 - определение участков дорог рекомендуемых для проведения ремонтно-восстановительных мероприятий при фактическом финансировании;
 - формирование перечня автомобильных дорог по несущей способности.

Определенные по результатам диагностики, рекомендуемые ремонтные мероприятия, обеспечивающие нормативные требования, предъявляемые к состоянию автомобильных дорог, являются основой для разработки участков дорог, предлагаемых для проведения первоочередных ремонтов.

ВЫБОР ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дранец Яна Валерьевна, студентка 4-го курса

Кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Соболевская С.Н., старший преподаватель)

Для обеспечения безопасного движения водителей и пешеходов в зимний период используют различные противогололёдные материалы. Это химические вещества твёрдого или жидкого агрегатного состояния, способные плавить лёд и снег. С их помощью устраняют наледи на дорогах и тротуарах.

Все антигололёдные реагенты подразделяются на 3 вида: фрикционные, химические и комбинированные.

Фрикционные материалы, взятые в чистом виде, не обладают достаточным противогололёдным эффектом: они увеличивают шероховатость дорожного покрытия, но не плавят лёд. В роли противогололёдных фрикционных средств чаще всего выступают песок, гранитный щебень, мраморная и гранитная крошка, размерами фракций до 4-6 миллиметров. Не допускается наличие примесей глины. Эти материалы не вступают в химические реакции. Рассыпанные на уплотнённой заснеженной поверхности частицы помогают сократить тормозной путь транспортного средства, повышая коэффициент сцепления с покрытием дорог из-за создания сильной шероховатости. Данный способ наиболее эффективен на дорогах III-V категорий, с малыми интенсивностями движения, а также в той местности, где запрещено использование химических реагентов.

Однако эффективнее всего справляются с обледенением дорог антигололёдные реагенты, в число которых входят химические и комбинированные материалы. Преобладающая часть из противогололёдных реагентов производится на основе солей. Подобные материалы имеют общий принцип работы: активные вещества вступают в химическую реакцию с кристаллами льда, обеспечивая его плавление.

Таким образом химические материалы - это вещества, которые проникают глубоко в налесь, тем самым уменьшая её сцепление с дорогой. Повышая температуру воды, они не позволяют ей застывать и превращаться в лёд, а уже образовавшийся лёд под воздействием химических реагентов быстрее тает и впоследствии легко убирается. Химические реагенты не должны содержать пылевидных и глинистых частиц, не менее 95 процентов их состава должно приходиться на водорастворимые вещества.

В отличие от химических комбинированные реагенты не только обладают антигололедным эффектом, но и делают дорожное полотно более шероховатым, увеличивая коэффициент сцепления автомобильных колес с дорогой, т.е. выполняют еще и функции фрикционных противогололедных материалов. В их основе соли, обычно NaCl, содержание которого в составе комбинированного реагента должно быть минимум 5%, иначе антигололедное средство будет относиться к фрикционному. Чаще всего для их создания используется галит.

Ко всем антигололедным реагентам предъявляются достаточно жесткие условия по безопасности. Все они должны удовлетворять следующим основным требованиям: эффективно плавить снежный покров и лёд; не вызывать вредного воздействия на дорожное покрытие; не повреждать зеленые насаждения; не оказывать отрицательного влияния на металл, резину, обувь людей и лапы животных; быть безвредными для здоровья человека и экологии; изготавливаться на основе безопасных экологических технологий; иметь низкую коррозионную активность по отношению к конструкциям из бетона.

В связи с этим, разработка и производство новых противогололедных смесей должна подвергаться строгому контролю, а сами смеси — проходить сертификацию.

Одной из самых современных эффективных российских разработок является многокомпонентные реагенты БИОНОРД. Данный материал может использоваться при температуре до минус 35 градусов Цельсия на всех типах дорог. Он представляет собой гранулы размером до 5 миллиметров, включающие в себя оптимальный набор компонентов, позволяющий ему оставаться высокоэффективным при температурах, при которых застывает соль. Выполнив свою работу, компонент растворяется, что избавляет дорожные службы проводить в последующем очистку дорог и улиц.

Что касается экологичности реагента, он не только не вредит окружающей среде, но даже позволяет улучшить экологическую обстановку. Содержащиеся в БИОНОРДе биофильные элементы приносят пользу почве, а их микроскопические остатки быстро вымываются из грунта и не загрязняют ливневую канализацию.

Многочисленность разных видов противогололедных материалов даёт возможность использования наиболее подходящих к определённым местным условиям.

АВАРИЙНОСТЬ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

Климович Артур Дмитриевич, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(научный руководитель – Соболевская С.Н., старший преподаватель)

Согласно статистике Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) каждый год в ДТП на дорогах общего пользования погибает более 1.2 млн. человек, включая более 160 тысяч детей, более 10 млн. человек получают ранения различной степени тяжести.

В 2020 году в результате ДТП в Республике Беларусь на дорогах общего пользования погибло 573 человека, в том числе 22 ребенка, и 3678 получили ранения различной степени.

Аварийность – показатель безопасности дорожного движения в виде общего числа дорожно-транспортных происшествий, числа погибших и раненых или в виде отношения количества ДТП к числу транспортных средств, численности населения, или пробегу автомобилей за определенный интервал времени.

К факторам, способствующим возникновению аварийности на дорогах относят:

- Наличие недостатков и повреждений покрытия проезжей части и обочин;
- Сложные сочетания различных геометрических элементов трассы;
- Недостаточное расстояние видимости проезжей части и встречных автомобилей на кривых в плане и в продольном профиле;
- Низкий уровень содержания дорог;
- Недостаточность оборудованных пешеходных переходов;
- Отклонение параметров геометрических элементов трассы дороги состоянию покрытия и придорожной обстановке;
- Иные факторы, способствующие возникновению ДТП на дорогах общего пользования.

Для выявления опасных участков могут быть использованы следующие методы: метод анализа данных о ДТП; метод коэффициентов аварийности и безопасности; метод конфликтных ситуаций.

Для снижения уровня аварийности выполняются следующие мероприятия: восстановление дорожного покрытия; повышение ровности и сцепных качеств дорожного покрытия; совершенствование содержания дорог и тротуаров в

зимнее время; контроль правильности расстановки дорожных знаков согласно требованиям стандартов; обеспечение безопасности производства работ на дороге.

На автомагистралях с большой загруженностью для повышения безопасности дорожного движения необходимо выполнение следующих мероприятий:

- установка металлических и бетонных защитных ограждений на протяжении всей трассы и вдоль центральной разделительной полосы;
- установка металлической сетки вдоль всей дороги для предотвращения появления на дороге людей и животных;

Как итог, проблема снижения аварийности на автомобильных дорогах Беларуси является актуальной и требует усовершенствования методов повышения безопасности дорожного движения.

МОСТЫ ЯПОНИИ

*Кузьмич Диана Вячеславовна, студент 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)

Япония – страна контрастов, место, где могут сочетаться и древние традиции, и современные тенденции. Здесь можно встретить как небольшие традиционные мосты, украшающие парки и сады, так и огромные современные мосты связывающие острова. Значение мостов здесь велико, они фактически соединяют страну, разбросанную по островам, в единое целое. Волнистый силуэт мостов, характерный для японского мостостроительства, объясняется не только потребностью прохождения под ними высоких судов, но и эстетическими представлениями.

Япония расположена в вулканической зоне Тихоокеанского огненного кольца. Японские острова делятся на три района - остров Хоккайдо, северо-восточная часть остров Хонсю, юго-западная часть остров Хонсю, острова Сикоку и Кюсю и архипелаг Рюкю. На территории всех островов происходят подземные толчки и периодическая вулканическая деятельность.

Почвы Японии малопродуктивны. Их свойства тесно связаны с географией местоположения, а также с геоморфологическими свойствами. В горной местности преобладают маломощные почвы, которые подвержены механическим нарушениям строения почвенного профиля под влиянием землетрясений. На аллювиальных равнинах почвы более высоких террас часто выщелочены и вообще неплодородны, а более низких террас и пойм – отличаются тяжелым механическим составом и слабо дренированы. На островах Сикоку, Кюсю и на юге Хонсю сформировались желто-красные ферраллитные и ферриаллитные кислые почвы. На востоке Хонсю преобладают буроземы. В условиях прохладного и влажного климата Хоккайдо и северного Хонсю формируются горные буроземы, пеплово-вулканические многогумусные кислые аллофановые (андосоли) и выщелоченные коричневые почвы.

Для Японии характерно развитое земледелие. Широко используется террасирование склонов и действия, направленные против эрозии. Разработана система внедрения удобрений и возделывания почв. Из-за этого удалось значительно повысить плодородие на всех островах Японии. По гидрологии Япония разделена на систему артезианских бассейнов, которые представляют собой небольшие впадины с кайнозойским выполнением и горные

отложения. Подземные воды ультрапресные. Палеогеновые и миоценовые отложения артезианских бассейнов описываются слабой водоносностью и проницаемостью. Плиоценовые пески и песчаники более высоководоносны. Для всего разреза неогеновых отложений характерно распространение минерализованных (от 3 до 35 г/л) подземных вод.

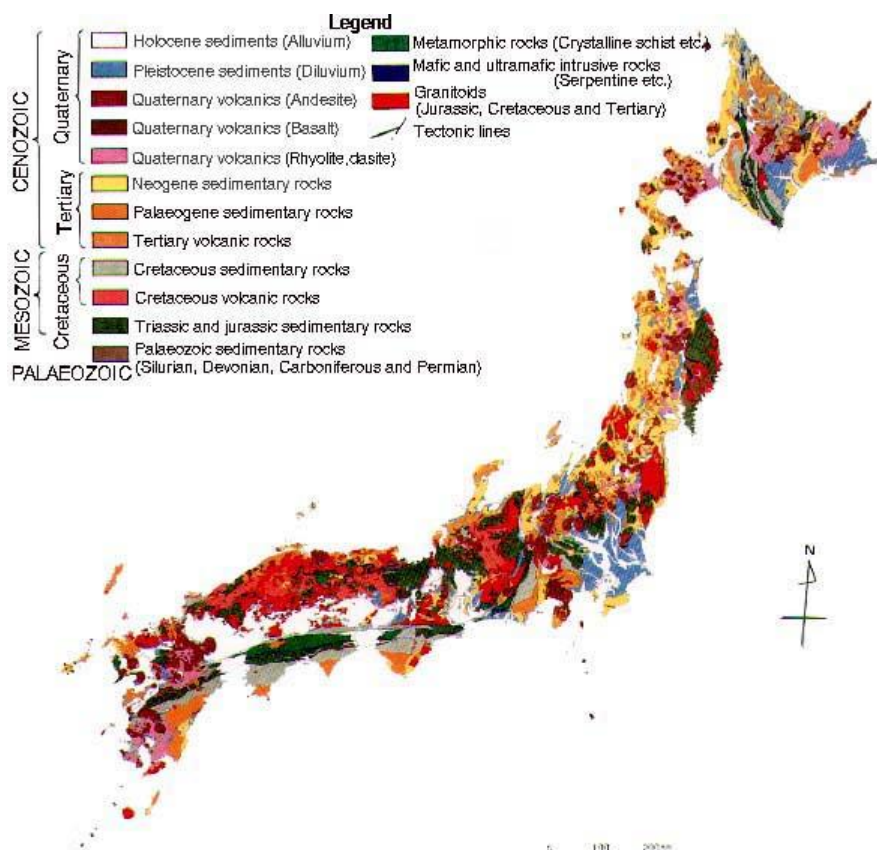


Рисунок 1 – Схема геологии Японии

Когда речь заходит об японском мостостроении невозможно не вспомнить совершенно необычный бетонный автодорожный мост Эсима Охаси. Он проходит над озером Накоуми и соединяет два города Мацуэ и Сакаиминато. Мост строили 7 лет и полностью работы были завершены в 2004 году. Длина моста составляет 1,7 км. Его ширина 11 метров. Длина двухполосного дорожного полотна распространяется на протяжении 1800 метров. Эсима Охаси является самым большим бетонным мостом Японии, о чем говорит и его название. Бетонная автострада построена на высоких сваях специально таким образом, чтобы под мостом оставалось достаточно места для прохождения любых кораблей. Очень часто этот мост называют опасным, но в действительности это не так. Из-за специальных ракурсов съемки фото кажется, что мост очень крутой. Из-за этого заблуждения мост Эсима Охаси стал чрезвычайно популярным сооружением, увидеть который хотят многие туристы из разных стран. Не редко он фигурирует в презентациях новых марок авто, так как благодаря необычному

ракурсу, машины выглядят более внушительно и эффектно. Этот мост выглядит экстремально крутым только если рассматривать его издалека, на самом же деле угол наклона поверхности составляет всего 5-6 градусов.

Акаси Кайкё или Жемчужный мост является самым длинным висячим мостом в Мире. Акаси Кайкё строился с 1988, причем условия строительства были невероятно сложными. В проливе часто случались штормы. Сильное подводное течение так же мешало работе. Изначальный проект предусматривал строительство центрального пролета длиной 1990 м, однако из-за сильного землетрясения один из пилонов моста сдвинулся на метр, что привело к изменению конструкции моста, а центральный пролет удлиннили на метр. Из-за погодных условий появлялись разные технологические проблемы, которые приходилось решать прямо на ходу. Был разработан новый вид бетона, который заливается прямо под водой и может застывать практически в любых условиях. Строительство моста завершилось в 1998 году. Его полная длина составляет 3911 м. Чтобы удержать мост весом в 160 000 тонн, японцы создали вдвое более прочную проволоку, по сравнению с теми, что часто использовались при строительстве мостов. Для изготовления такого троса в одну “прядь” собирались 127 пятимиллиметровых проволок, затем 290 таких прядей собирались в трос. В конечном итоге трос состоит из 36 830 тысяч проволок. Всего на возведение Акаси Кайкё было потрачено \$5 млрд., следствием чего стала достаточно большая плата за проезд — \$20, из-за которой мостом пользуются единицы.

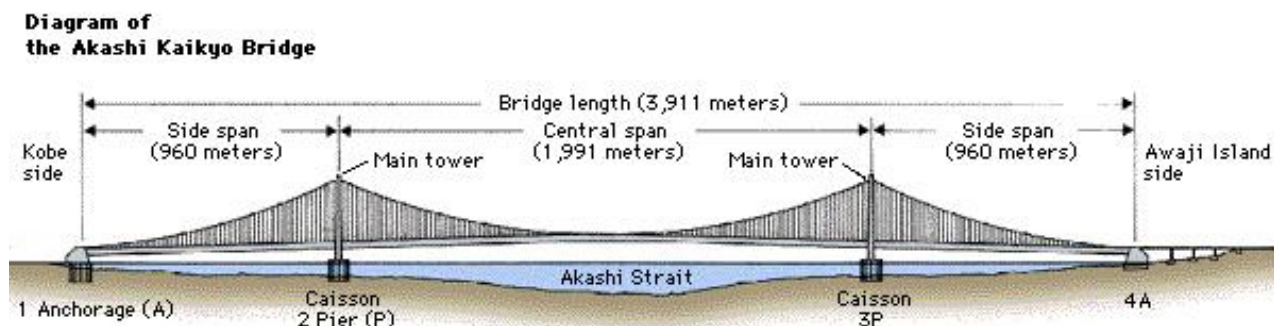


Рисунок 2 – Фасад моста

Радужный мост является визитной карточкой столицы Японии Токио. Это висячий стальной мост, который соединяет остров Одайба и верфь в Сибаура. Своим названием Радужный мост обязан подсветке, что загорается каждой ночью. Мост двухъярусный. На верхнем ярусе проложена скоростная платная дорога, а на нижнем – железнодорожная линия Юрикамомэ, бесплатная дорога и тротуар. Строительство моста началось в 1988 году и закончилось в августе

1993 года. Его общая длина составляет 918 м, а основной пролет 570 м. Радужный мост – это одна из главных достопримечательностей Японии. Официальное название моста почти никогда не используется, большинство местных жителей и туристов убеждены, что он действительно называется Радужным из-за радужной подсветки, которая превращает мост в грандиозный арт-объект.

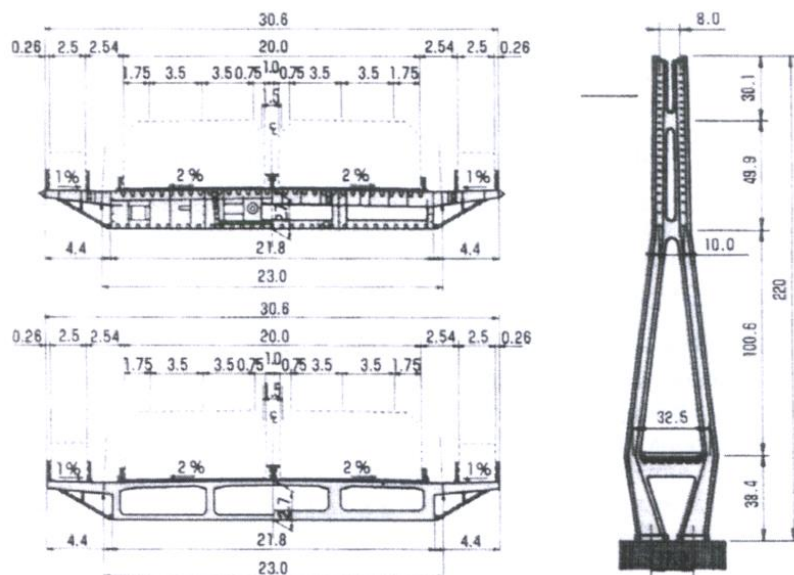


Рисунок 3 – Разрезы моста

Мост Татара – еще одна достопримечательность Японии. Это вантовый мост, соединяющий острова Охимисима и Икучидзима, а также является элементом скоростной автомагистрали Симанами Кайдо. Общая длина моста 1480 м, что выделяет его из десятка остальных мостов на трассе Ономичи-Имабари. Изначально планировалось возвести висячий мост Татара, однако, позже решение изменили и вместо висячего началось строительство вантового моста. Пролеты представляют собой конструкцию напряженных тяжелых бетонных балок, что уравнивает стальной центральный пролет. Сам пролет имеет ячеистую структуру с 2-мя консолями по бокам: по две автомобильные полосы для проезда в любом направлении проложены по верху центральной секции, а дополнительные полосы для пешеходов, мотоциклистов и велосипедистов проходят по консольным участкам шириной по 5 метров. Еще с самого начала было принято решение, что конструкция моста будет напоминать перевернутую английскую букву Y, тогда же создали 4 модели моста. Для улучшения аэродинамических характеристик сделали откосы, что еще и улучшали внешний вид моста.

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ

*Кулеш Никита Павлович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Коэффициент сцепления — отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дорожного покрытия на площади контакта заблокированного колеса автомобиля с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса автомобиля с дорожным покрытием.

Основные методы определения коэффициента сцепления:

1. С помощью прибора ПКРС (рис. 1)



Рисунок 1 – ПКРС-2У

2. Прибором ударного действия ППК (рис. 2)



Рисунок 2 – Прибор ППК

3. Прибором маятникового типа (рис. 3)



Рисунок 3 – Прибор маятникового типа

Существует множество конструкций приборов для измерения сцепления колеса с поверхностью дороги. Приборы для определения коэффициента сцепления шин с покрытием могут непосредственно измерять коэффициенты сцепления или косвенно оценивать их по данным о шероховатости покрытия.

Для непосредственного измерения в полевых условиях широко применяются динамометрические тележки — одно-, двух- или трехколесные прицепы ПКРС-2У, Grip Tester (Франция), ROAR (Дания, пятиколесный прицеп), SRM (Германия), SRT-3 (Польша) и др., которые позволяют определить коэффициент сцепления путем измерения датчиком реактивного тормозного момента на опорном диске колеса. Измерения выполняются на увлажненном покрытии, для этих целей имеется система полива с емкостью для воды. В зависимости от конструкции прибора коэффициент сцепления измеряется при полной блокировке измерительного колеса (ПКРС-2У, SRM, SRT-3), что соответствует принципу торможения автомобиля без антиблокировочной системы, или при блокировке колеса с частичным (12-20%) проскальзыванием (Grip Tester, ROAR, SCRIM, Stradograph) — принцип торможения автомобиля с антиблокировочной системой. Измерения коэффициента сцепления в Беларуси осуществляются по ГОСТ 30413-96 “Методы определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием” на скорости 60 км/ч.

Для измерения коэффициента сцепления в стесненных местах применяются портативные приборы с различным прицепом действия: ППК ударного действия, маятникового типа и др.

Литература:

1. Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики: ТКП 140-2015 (33200) – Взамен ТКП 140-2008 (02191) – Минск: Министерство транспорта и коммуникаций РБ, 2015. – 14 с.
2. Электронный источник – [<https://mosstroylab.ru/sceplenie>].

ОСОБЕННОСТИ ГРУНТА ПОД МОСТАМИ ШВЕЙЦАРИИ

Лучковский Олег Александрович, студент 2-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Козловская Л. В., старший преподаватель)

Исследование местности и анализ грунтов занимает особое место в мостостроении в Швейцарии. Многолетняя история позволила разработать эффективные методы исследования и анализа структуры грунтов.

Мост Унтерторбрюкке (нем.: Мост Нижних ворот) — каменный арочный мост через реку Ааре в самой восточной точке полуострова Энге в городе Берн, Швейцария, соединяющий Маттек-квартал в Старом городе с районом Шос-Шальде. Построенный в своем нынешнем виде в 1461-89 годах, он является самым старым из бернских мостов Ааре и был единственным мостом города вплоть до середины 19 века. Это объект швейцарского наследия национального значения.

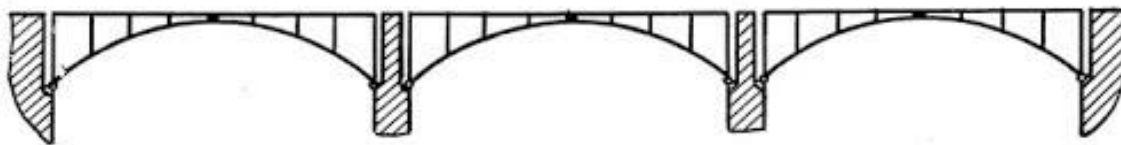


Рисунок 1 – Упрощенная схема моста

Многолетний мост был несколько раз перестроен и отремонтирован, в последний раз в 1982 году. Три арки с пролетами от 13 до 16 метров опираются на опоры и столбы из туфа и песчаника. Вода, проникающая через мост, все чаще приводила к повреждению сводов, которые были исправлены другим каменным материалом. Бетонная плита с гидроизоляцией защищает основание от проникновения с 1980 года. Кроме того, эта плита распределяет концентрированные нагрузки.

В качестве строительных материалов использовались юрский известняк и доломит, тогда как для украшения стен моста использовались миоценовые песчаники. Каменоломни Остермундиген, расположенные недалеко от Берна, действовали с 15 века. В настоящее время на стенках этих мостов образуются пятна минеральных осадков. Осадки имеют форму концентрических кругов вдоль первоначальных пластин песчаника.

Грунт в основании моста состоит из 5 основных составляющих: подзолистые почвы, лесные почвы, лёсс, аллювий, рендзина.

Преимущественно мосты в Швейцарии построены в Средние века, поэтому появляется необходимость поддерживать их состояние, защищать от разрушающих действий окружающей среды и времени. В первую очередь в защите нуждаются несущие конструкции, в частности обработка грунтов и почвы. Разработка технологий для этого занимает важную часть в подготовке специалистов в Швейцарии. Нарботки европейских специалистов уже используются у нас.

Технология защиты представляет собой процесс замещения ионов в гидратированной оболочке на поверхности глиняных частиц грунтов. В большинстве случаев грунт представляет собой микроскопическую пленку, которая удерживается на поверхности силами химического (связная вода) и электростатического (поверхностного) взаимодействий. Таким образом, за счет сил электростатического взаимодействия на поверхности частиц грунта регулярно образуется силой из отрицательно заряженных анионов, определяющих ее способность к смачиванию. Главной и заключительной операцией этой технологии стабилизации является уплотнение. При уплотнении обработанных частиц грунта происходит процесс сжатия и вытеснения связанной воды, при этом полифилизатор заполняет межзерновое пространство, прерывая таким образом капиллярный подъем воды. При правильном уплотнении грунт сжимается до состояния, когда начинают действовать силы межмолекулярного взаимодействия между частицами грунта. Как результат слой стабилизированного грунта приобретает дополнительную прочность и водонепроницаемость. Обработанный полифилизаторами грунт становится гидрофобным и препятствует капиллярной миграции влаги, а так же гравитационному просачиванию воды через поры, а построенные из него слои имеют более высокие модули упругости и несущую способность, а так же грунт приобретает водостойкость и ненабухаемость.

Мост Тейфельсбрюкке — мост, расположенный в Альпах, в ущелье Шёлемен. Является одним из «мостов дьявола». Впервые был построен в 1230 году. После этого мост, проходящий над рекой Ройс, перестраивался много раз, но до сих пор его части функционируют в общей логистической системе региона и близлежащих территорий.

Строительство моста было затруднено из-за необычной местности. Она представляет собой Аарский массив с автохтонными отложениями. В карьере обнажаются отложения триасового и юрского периодов. Река Ройс входит в кристаллический массив Аар, а вся область представляет собой позднеальпийский речной водораздел. Из-за особенностей рельефа инженерам

пришлось потратить большое количество времени на геодезические и геологические исследования местности.

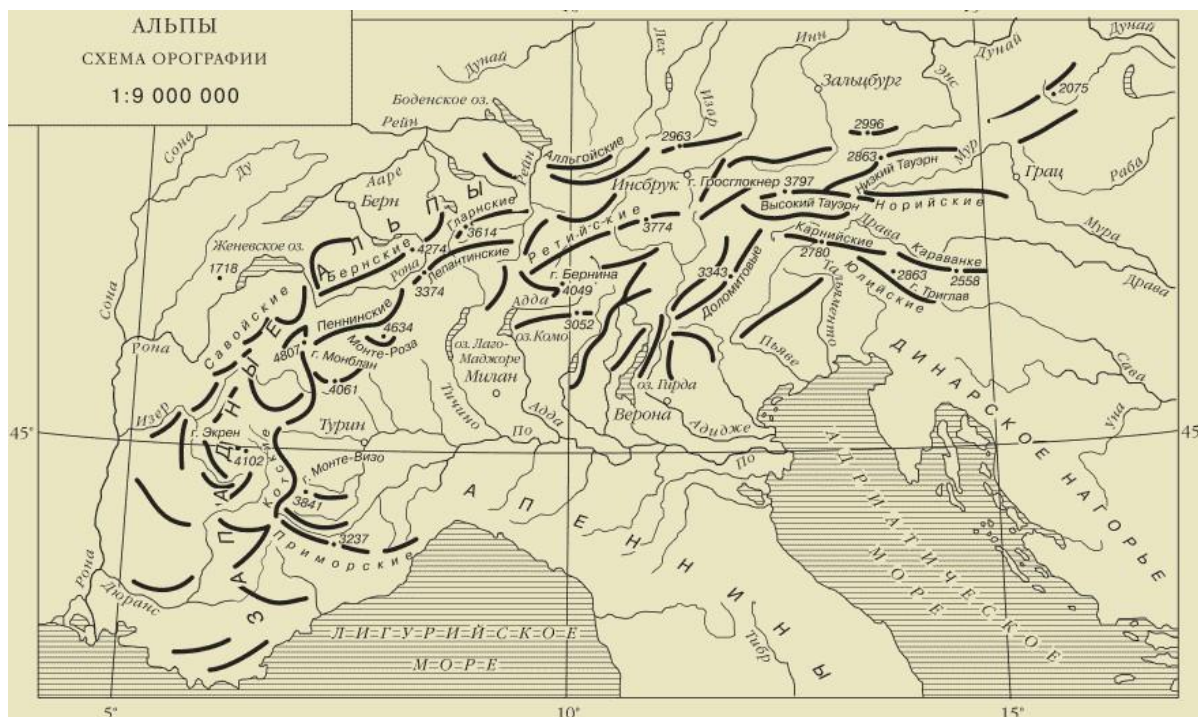


Рисунок 2 – схема орографии Альп

Основной вывод, который можно получить из приведенной выше информации, это то, что важным аспектом строительства мостов является анализ и подготовка грунтов. Даже после завершения строительства необходимо следить за их состоянием, поддерживать в надлежащем виде при помощи новых технологий и материалов. Разработка и внедрение новых методов обработки грунтов является актуальным вопросом для современных инженеров и специалистов строительной сферы.

Литература:

1. Стабилизация грунтов полифилизаторами: <https://clck.ru/UV7V3>
2. О технологии стабилизации грунтов: <http://md-systems.ru/technology/>
3. Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных вяжущими материалами: <https://files.stroyinf.ru/Data1/52/52596/index.htm#i21894>
4. Andreja Neve Repe, Ales Polijanec, Borut Vrscaj “Soil management practices in the Alps”: <https://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/case-studies/soil-management-practices-in-the-alps---e-book-portrait-web.pdf>
5. Elisabeth Schaber, Clements Geitner “Available spatial soil information in the Alps”: https://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/projectresults/reports/dt221_soil_information_report.pdf

6. Milosz Huber, Stan Halas “Geochemical study of precipitates in the architectural surfaces from Bern, Switzerland: https://www.researchgate.net/publication/308393858_GEOCHEMICAL_STUDY_OF_PRECIPITATES_IN_THE_ARCHITECTURAL_SURFACES_FROM_BERN_SWITZERLAND
7. Статья в Википедии: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%B6llenen>
8. Статья на научнопопулярном ресурсе: <https://novate.ru/blogs/271118/48557/>

МОСТЫ КИТАЯ

Матвеевко Александра Сергеевна, студент 2-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)

Территория Китая отличается сложным рельефом, большими разницеми высот и высокой сейсмичностью, что затрудняет строительство. Ее можно разделить на 3 части: Тибетское нагорье, пояс Центральноазиатских равнин и плоскогорий и область низменных равнин с окраинными горами. Распространены метаморфические породы, такие как мигматиты, кварциты, гнейсы и др. Метаморфические горные породы образуются в результате изменения ранее существующих пород. Процесс происходит в земной коре под влиянием большого давления и высокой температуры. Кварцит довольно крепкая порода трудная для обработки, белой, серой или красноватой окраски. Метаморфическая порода, которая образуется из гранита, называется гнейс. Вторая разновидность горных пород – магматические, которые образуются при проникании и остывании проникших с глубин в земную кору магматических масс.

Рассмотрим технологию строительства автомобильных мостов, особенности установления свай. Проводится геотехническое бурение, изучение грунта при строительстве фундамента, что особо важно при работе на территории с большой вероятностью землетрясений.

Берут пробы грунта. Изучение грунта проводят с помощью бурения для извлечения керна, на основе чего определяют устойчивость почв и другие факторы. Мостовые опоры оказывают очень большую нагрузку на мягкие почвы. Для предотвращения осыпания грунта во время бурения возводят основной корпус свай, представляющий собой стальную трубу. Далее необходимо убрать землю из установленной трубы. С высоты 20м в нее сбрасывают большой ковш (Рис. 1). Когда доходит до более твердых почв, с которыми не справляется ковш, используют обратное циркуляционное бурение, для которого буровое долото соединяют с трансмиссионным валом. Следующий этап – усиливающий каркас, представленный более толстыми трубами (Рис. 2). Его устанавливают в пробуренной отверстие. Конструкцию заливают бетоном. Для сцепления с закрывающей «крышкой» верхушки арматур остаются снаружи. Убирают слабый бетон и укрепляют более прочным раствором. Возводят первый и второй ярус, а также свайный колпак. Заливают бетоном и проводят проверку

прочности. Доставляются сегменты моста (Рис. 3). Их устанавливают на временные опоры.



Рисунок 1 – Удаление лишнего грунта



Рисунок 2 – Установление каркаса



Рисунок 3 – Два сегмента моста

Мост Дунхай (Рис. 4). Во всем мире нет другого трансокеанского моста, который превзошел бы мост Дунхай по длине. Внешний вид моста напоминает S. По прогнозам мост прослужит 100 лет с возможностью реконструкции. На строительство затрачено 11,8 млрд юаней. Строительство начинали с двух противоположных берегов, причем обе части моста должны были обязательно соединиться в середине. Погодные условия и большое расстояние значительно усложняли эту задачу, поэтому использовали спутники. Большинство сегментов моста были отлиты на земле, после чего подвергались монтажу. Интересным фактором является то, что посередине моста располагается сервисный центр, где можно отдохнуть, посетить ресторан, выставку или магазин (Рис. 5).



Рисунок 4 – Мост Дунхай



Рисунок 5 – Сервисный центр

Мост Chinese knot (Рис. 6). Необычный пешеходный мост в городе Чанша, напоминающий аттракцион, привлекает внимание. Назван он так потому что схож с волнами традиционного вязания. Он играет важную роль для пешеходов,

так как связывает набережную, уникальный парк и дорогу, находящиеся на разной высоте.



Рисунок 6 – Мост Chinese knot

Мост через Сыдухэ (Рис. 7). Китай не раз бил рекорды в борьбе за самый высокий мост в мире. На данный момент рекордсменом является мост через реку Сыдухэ, простирающийся между горных вершин на высоте 496 м.



Рисунок 7 – Мост через Сыдухэ

Этот мост соединил две части страны, разделенные сложными природными ландшафтами. Во время строительства даже применяли настоящую ракету, чтобы натянуть первую пилотную линию через пропасть.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geoproduct.ru/info/news/2018/kak-stroyat-avtodorozhnye-mosty-v-kitae-osobennosti-proektirovaniya-i-ustanovki-svay/> – Дата доступа: 01.05.2021

2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.orangesmile.com/extreme/ru/magnificent-bridges/donghai-bridge.htm> – Дата доступа: 01.05.2021
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://account.travel/place/sidu-river-bridge.html> – Дата доступа: 01.05.2021
4. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/k/kitaj/#:~:text=%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20.,%2C%20%D0%AE%D0%B6%D0%BD%D0%BE%2D%D0%9A%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%B8%20%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9>. – Дата доступа: 01.05.2021

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕЗДА СВЕРХНОРМАТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

*Махнач Александра Михайловна, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Порядок расчета прочности конструкции дорожной одежды под воздействием ТКТС

Возможность разового проезда тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств (далее ТКТС) по автомобильной дороге следует оценивать по результатам расчета конструкции дорожной одежды на прочность с учетом воздействия транспортной нагрузки ТКТС по трем критериям: сопротивление упругому прогибу всей конструкции; сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов; сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев.

Дорожные одежды с покрытиями переходного типа следует рассчитывать только по двум критериям: сопротивление упругому прогибу всей конструкции; сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов.

Расчет конструкции дорожной одежды на прочность производят при среднесуточной температуре воздуха не ниже 0°C в течение пяти суток.

Разовый проезд ТКТС возможен с заявленными характеристиками транспортного средства при условии, что дорожная одежда, рассчитанная по критериям прочности с учетом коэффициента надежности, удовлетворяет требованиям ТКП 45-3.03-112 и имеет коэффициент надежности:

- не менее 0,95 для капитальных дорожных одежд дорог I-II категорий;
- не менее 0,90 для капитальных дорожных одежд дорог III-IV категорий;
- не менее 0,80 для облегченных дорожных одежд дорог III-V категорий;
- не менее 0,75 для дорожных одежд переходного и низшего типов дорог IV-VI категорий.

В других случаях необходима корректировка технических характеристик транспортного средства или замена транспортного средства и (или) прицепа.

При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно сохранение характеристик транспортного средства при условии проведения мероприятий по усилению конструкции дорожной одежды согласно ТКП 45-3.03-112.

В летний период при температуре воздуха выше 25°C пропуск ТКТС запрещен.

На основании результатов расчета конструкций дорожной одежды оформляется техническое заключение о возможности и режиме пропуска ТКТС по автомобильным дорогам.

Определение допустимой расчетной нагрузки на дорожную одежду

Конструкция дорожной одежды, расчетная нагрузка на ось, проектный модуль упругости определяются на основании данных паспорта автомобильной дороги (дорог).

В случае отсутствия данных о конструкции дорожной одежды проводят полевые исследования для определения вида материалов конструктивных слоев и их толщины, а также измерение фактического упругого прогиба. Количество измерений упругого прогиба должно быть не менее 10 на каждом участке, для которого выполняют расчет конструкции дорожной одежды.

Для расчета принимают участок автомобильной дороги по пути следования ТКТС, который имеет минимальную категорию, проходящий по 3 или 2 типу местности по характеру увлажнения, устроенный в выемке или насыпи глубиной (высотой) до 1,5 м.

По результатам полевых исследований определяют толщину конструктивных слоев дорожной одежды и производят расчет проектного модуля упругости конструкции дорожной одежды по ТКП 45-3.03-112 в соответствии с расчетной нагрузкой на ось.

За расчетную нагрузку на ось для дорог I-II категории принимают 11,5 т, для дорог III категории и ниже – 10 т.

Оформление и выдача специального разрешения на проезд ТКТС

Проезд ТКТС по автомобильным дорогам допускается в случае перевозки грузов, которые не могут быть разделены на части без чрезмерных затрат или порчи этих грузов, и только при наличии специального разрешения с указанием маршрута движения, выданного РУП «Белдорцентр» на бумажном носителе или в электронном виде.

При внутриреспубликанской автомобильной перевозке грузов с превышением допустимой общей массы и (или) осевой массы (суммы осевых масс) для отдельных категорий транспортных средств, допускается выдача многократных специальных разрешений на бумажном носителе или в электронном виде.

К транспортным средствам, для проезда которых допускается выдача специальных разрешений, относятся:

- автомобили-самосвалы, перевозящие сыпучие грузы, в том числе сельскохозяйственные грузы, и бетонные смеси;

- грузовые автомобили марки МАЗ -53371 с бортовой платформой, перевозящие сыпучие сельскохозяйственные грузы;
- автобетоносмесители, перевозящие бетонные смеси;
- двухосные автокраны;
- автомобили-щеповозы, перевозящие древесную щепу;
- автомобили-сортиментовозы и лесовозы, перевозящие древесину;
- двухосные, трехосные, четырехосные грузовые автомобили, перевозящие лом и отходы черных и цветных металлов для государственных (республиканских) нужд;
- используемые в сельском хозяйстве колесные трактора шириной от 2,55 до 4 метров включительно.

Многоразовые специальные разрешения для проезда по автомобильным дорогам в международном автомобильном сообщении не выдаются.

Выдача специальных разрешений на проезд ТКТС по автомобильным дорогам с взиманием платы за их проезд осуществляется по специальному расчету в соответствии с действующими нормативными правовыми актами и реализуется на основе разработанных программных комплексов, в т.ч. после регистрации владельца (пользователя) ТКТС на сайте предприятия в сети Интернет, посредством электронной подачи заявлений установленного образца на получение специальных разрешений.

Литература:

1. Собалевская С.Н., Ходан Е.П.: электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Диагностика автомобильных дорог» для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». – 261с.
2. Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования = Аўтамабільныя дарогі. Няжорсткае дарожнае адзенне. Правілы праектавання : ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). – Введ. 19.11.08 (с отменой Пособия 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85). – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 84с.
3. Республиканское унитарное предприятие “Белорусский дорожный инженерно-технический центр” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://beldor.centri.by/services/specrazresh/>. – Дата доступа: 01.05.2021.

ОСОБЕННОСТИ ГРУНТА ПОД МОСТАМИ ФРАНЦИИ

*Семерня Павел Анатольевич, студент 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Козловская Л. В., старший преподаватель)

На территории Франции было построено огромное количество мостов. Все это объясняется тем, что во Франции рельеф очень разнообразен. Особенности строения поверхности страны таковы, что наличие нескольких возвышенных территорий не является преградой для связей между равнинами. А при такой местности, для возможности передвижения, нужны разнообразные транспортные коммуникации. О некоторых из них будет рассказано в презентации.

Виадук Мийо - многопролетный вантовый мост, построенный в 2004 году через долину ущелья Тарн около Мийо на юге Франции. Команду проектировщиков возглавляли инженер Мишель Вирложо и английский архитектор Норман Фостер. Длина его дорожного полотна составляет 2460 метров. На момент строительства Виадук Мийо был самым высоким транспортным мостом в мире, одна из его опор имеет высоту 341 метр — немного выше, чем Эйфелева башня, и всего на 40 метров ниже, чем Эмпайр-стейт-билдинг в Нью-Йорке.

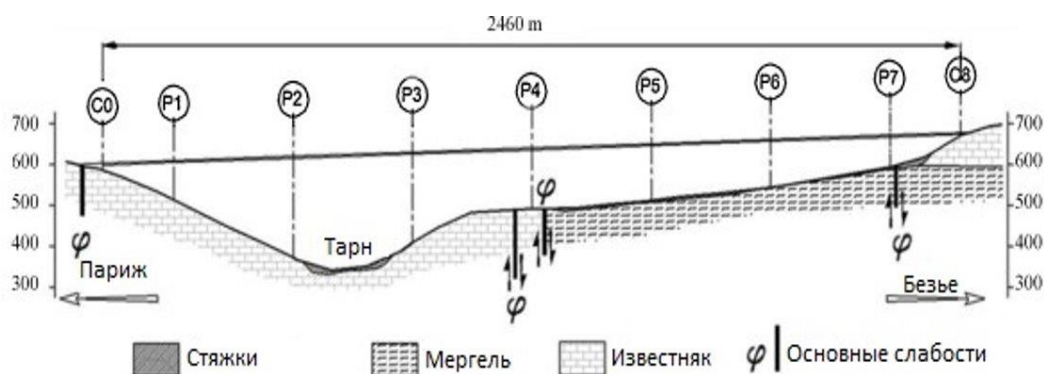


Рисунок 1 – Упрощенный геотехнический разрез виадука

Перед началом земляных работ проводили дополнительные инженерно-геологические изыскания грунтов для поддержки фундаментов путем разрушающего бурения на глубину до 10 м ниже самого глубокого уровня стволов свай и 15 м ниже основания фундаментных плит для опор. Поскольку мост очень чувствителен к оседанию фундамента решили использовать метод наблюдения для контроля смещения и, при необходимости, стабилизации

фундамента. Измерения показывают, что перемещения остались небольшими и допустимыми, особенно с точки зрения поворотов. Осадки под нагрузкой происходили не непрерывно, а поэтапно.

Основная трудность механики горных пород - получение репрезентативных образцов. Лабораторные испытания, проведенные на небольших образцах, не являются репрезентативными для масштаба всех неоднородностей в массивах горных пород (особенно направления и размера разломов), что означает, что использование таких результатов совсем не надежно. Таким образом, общие механические свойства скального блока, которые обычно считаются изотропными, все чаще определяются полуэмпирическими методами, которые сочетают геотехнические испытания с геологическим наблюдением за образцами скважин и существующими обнажениями (классификация RMR – rock mass rating). RMR варьируется от 0 до 105. Средние значения, зарегистрированные на участке виадука Мийо, составляют 65 для известняка и 53 для мергеля. Вдоль виадука есть три разных типа каменных оснований.

Первый, байосский доломитовый известняк на северном устье (C0), представляет собой очень твердую породу, но с карстами, заполненными глиной. Известняк - карбонатная порода, состоящая, главным образом, из кальцита с примесями глины и песка. В верхней части платформы, на которой был установлен плот, было определено значение RMR 70–80.

Уплотненный мергель от пирса P7 до пирса P6 составляет второй тип породы. Доломит по химическому составу представляет собой двойную углекислую соль кальция и магния $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Оползни видны на поверхности почвы из-за слоя осыпи толщиной 2 м, подстилаемого мягкой глиной над мергелями. В этом месте RMR равен 45.

Геттангский известняк на обеих сторонах реки Тарн от пирса P4 до упора (C0) представляет собой третий тип породы. Его RMR = 65-70.

Можно сделать вывод, что мергели менее устойчивы, чем известняк. Мергель не только имеет более слабые механические свойства, чем известняк, но также показывает большее поверхностное скольжение, которое влияет на верхнюю часть. Это причина того, что сваи в мергелях увеличены в основании и длиннее, чем сваи в известняке.

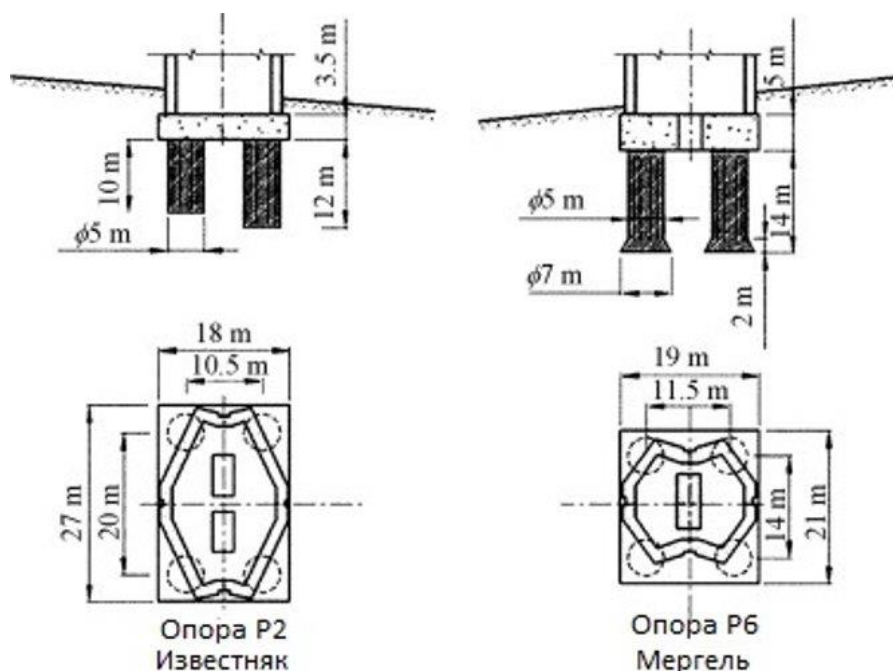


Рисунок 2 – Поперечные сечения опор в известняке и мергеле

Мост Нормандии является вантовым мостом, охватывающий устье Сены и присоединительный между Гавром и Онфлёром. Этот проект принадлежит Мишелю Вирлого. Строительство моста в Нормандии было завершено 8 августа 1994 года. Длина сооружения составляет в целом 2350 м с центральным пролётом в 856 м, имеются два боковых путепровода: южный длиной 600 м и северный длиной 800 м, а ширина в 23 м достаточна для четырёхполосного движения транспорта. Мост стоит на 184 опорах. Пилоны, поддерживающие проезжую часть, имеют высоту 215 м. Известняк, который может переносить нагрузку, встречается только на глубине 40 метров. Таким образом, все фундаменты опираются на бетонные сваи диаметром от 1,5 до 2,1 м и длиной до 55 м. Под северным подходом находится слой ила толщиной 4 м, что потребовало строительства временного строительного моста, с которого были выполнены все фундаментные работы.

УЧЕТ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

Обламская Елизавета Владимировна, студент 4 курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Соболевская С.Н., старший преподаватель)

Логистические центры – комплекс различных складов и других объектов для выполнения логистических операций, расположенных в непосредственной близости от данных складов. Данные центры подразделяются по принадлежности на собственные, арендованные и общего пользования; по функциональному назначению производственные, торговые, транспортные. Логистические центры входят в состав логистической системы, которая, в свою очередь, является составной частью экономики Республики Беларусь и связана с развитием логистических услуг, инфраструктуры и вовлеченных предприятий в международные логистические схемы продвижения товаров на мировом рынке.

Наша страна является транзитным государством и ежедневно через ее территорию транспортируют свыше 100 млн тонн грузов. На количество перевозимых грузов значительно влияет уровень дорожной сети. И следует отметить, что транспортный потенциал Республики Беларусь в полной мере не реализован. Так, по данным национального агентства инвестиций и приватизации, транспортные коридоры в стране загружены не более чем на 25-40% от их реальной пропускной способности. Значит при увеличении уровня дорожной сети увеличится и количество перевозимых грузов.

Объем предоставляемых услуг транспортно-логистическими центрами в Республике Беларусь в 2016г составил 80,6 млн руб., а в 2019г – 135,7 млн руб. по данным Белстата. Объем транспортно-логистических услуг по автомобильным дорогам на 2019г составил 49,8% от всех транспортно-логистических услуг по данным Белстата. В 2019г экспорт транспортных услуг составил 4009,9 млн USD, а импорт – 1939,8 млн USD по данным Белстата. Выручка от грузоперевозок автотранспорта в 2019г составила 1119,2 млн руб., затраты – 1084,7 млн руб. По сравнению с предыдущими годами в 2020г значительно увеличилась доля автотранспорта в общем грузообороте страны: на 9,3%. Показатель интенсивности автомобильных грузоперевозок в 2019г увеличился на 1,1% и составил 277 тыс. тонн-километров на 1 км длины пути по данным Белстата.

Кстати правильный логистический подход позволяет значительно уменьшить транспортные, погрузочно-разгрузочные расходы, затраты на хранение материалов и сэкономить время.

Таким образом качество автомобильных дорог значительно влияет на количество перевозимого груза (а значит и на количество получаемых денежных средств за перевозку его по нашим дорогам), наша логистическая сеть постепенно развивается и совершенствуется.

ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТИ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ НА РЕЖИМ И ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Филипеня Александр Витальевич, студент 4-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Значительное влияние на режим и безопасность движения автомобилей оказывают дорожные условия. Соблюдение технико-эксплуатационных показателей, таких как ровность и шероховатость, приводит к обеспечению безопасности на дорогах.

Основными причинами образования неровностей могут быть:

1. высокая транспортная нагрузка;
2. недостаточная прочность и сдвигустойчивость дорожных одежд, применение слабопрочных материалов в конструктивных слоях покрытия;
3. износ, деформация и разрушения покрытия под действием транспорта и климатических факторов.

Неровности могут иметь различные размеры и формы. На идеально ровной и гладкой дороге достигаются минимальные затраты мощности на сопротивление качению автомобиля и плавность хода позволяет двигаться с комфортом для водителя. Неровности можно разделить на три группы:

1. макронеровности;

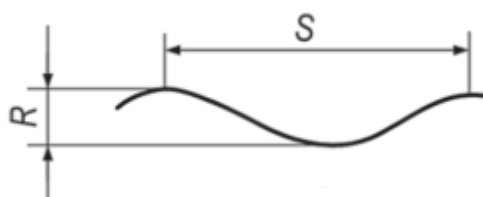


Рисунок 1 – Макронеровности

2. микронеровности;

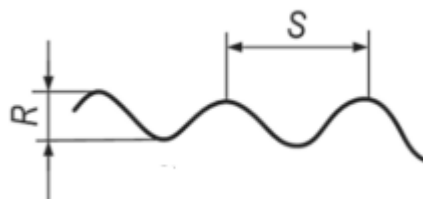


Рисунок 2 – Микронеровности

3. шероховатость.

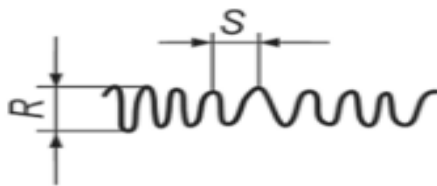


Рисунок 3 – Шероховатость

Чаще всего мы встречаемся с микронеровностями, такими как: выбоины, трещины, наплывы, сдвиги и т.д. Неровность покрытия образует вертикальные, продольные и поперечные колебания различных частей автомобиля, влияет на скорость движения автомобиля, так же на износ шин и расход топлива. Например, сила удара колес о неровности дороги растет с увеличением скорости автомобиля. Если это рассмотреть на примере, то движение автомобиля со скоростью 50 км/ч при неровности до 10 мм совсем незаметны, а вот уже движение со скоростью 100 км/ч уже будут заметны для водителя. Идеально ровное и гладкое покрытие - это хорошо, но не безопасно, так как на такой поверхности минимальный коэффициент сцепления колес автомобиля с дорогой. Поэтому для обеспечения безопасности на дороге, покрытие должно иметь такую шероховатость, при которой будет обеспечиваться сцепление колеса автомобиля с дорогой и достаточно высокая комфортабельность движения. В основном это выступы и углубления на 3-6 мм.

В результате долгой эксплуатации дороги коэффициент сцепления шин с покрытием уменьшается. Чтобы восстановить покрытие проводят поверхностную обработку. После обработки появляются свои минусы. Некоторое время на таких участках нужно снижать скорость движения, воздерживаться от обгонов и придерживаться большей дистанции чем обычно. При плохой укатке из под колес автомобиля будет выскакивать клинец, который может разбить фары или лобовое стекло встречной или обгоняемой машине.

Основными целями для улучшения состояния дорожного покрытия будет: устранение крупных неровностей и уменьшение износа автомобиля с повышением комфортабельности при эксплуатации дорог.

Литература:

1. Содержание городских улиц и дорог. З.И. Александровская, Б.М. Долганин, Е.Ф. Зайкина, Я.В. Медведев. Москва; Стройиздат; 1989г.
2. Справочник по ремонту и содержанию дорожных покрытий. Б.А. Лифшиц, Ю.П. Гончаров. Москва; Стройиздат; 1979 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПО УКЛАДКЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ УСТРОЙСТВА TOPCON

Буянов Тимофей Олегович, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Мытько Л. Р., канд. техн. наук, доцент)

Укладка цементобетонного покрытия – довольно сложный процесс, и для достижения качественных и долговечных результатов требуется достаточное количество навыков, правильное оборудование и передовые технологии. Одним из основных преимуществ цементобетонных покрытий является то, что они обычно прочнее и долговечнее, чем другие типы поверхностей. На них также могут быть различного рода пазы, канавки, что обеспечит прочную, устойчивую к скольжению поверхность. Заметным недостатком является то, что их строительство требует больше времени. В результате чего, подрядчики вынуждены были обратиться к технологиям для повышения эффективности строительства и улучшения результатов работ. Использование сложных технологий строительства и управления машинами является неотъемлемой частью обеспечения высокого качества и производительности при укладке цементобетонных покрытий.

Внедрение систем GPS миллиметровой точности задало планку в данном строительном сегменте. Цементобетонное покрытие, как правило, более долговечно, чем асфальтобетонное, но рано или поздно старение и износ поверхности из-за естественного использования дают о себе знать.

По данным American Concrete Pavement Association, технологии сыграли важную роль в области цементобетонных покрытий. С тех пор, как в 1892 году в Америке было уложено первое цементобетонное покрытие, технологии не переставали стоять на месте и постоянно развивались для удовлетворения текущих и будущих потребностей. Это незамедлительно привело к повышению производительности и качества.

Topcon Positioning Systems предлагает возможность 3D-укладки с помощью асфальтоукладчика Millimeter GPS. По заявлению Topcon, этот продукт является первым в мире устройством для такого рода работ с точностью до миллиметра. Данная система использует спутниковое местоположение вместе с зональным лазерным ориентиром. На цветном графическом экране отображается положение машины и датчики, используемые для контроля левой и правой стороны поддона, а также текущая высота и уклон. Система оснащена

лазерными приемниками местоположения для управления машиной со встроенной антенной GPS на задней части кузова. К другим компонентам асфальтоукладчика относятся приемник GNSS и датчики уклона для управления передней частью машины.

Система асфальтоукладчика Topcon Millimeter GPS оснащена лазером, который передает уникальный сигнал и работает аналогично стандартному ротационному лазерному нивелиру. В отличие от стандартного нивелира, который работает только в плоскости, Topcon LZ-T5 передает сигнал, который покрывает зону измерения высотой 10 метров. Таким образом, датчик управления машиной Millimeter GPS предназначен для вычисления точной вертикальной информации вне зависимости от местоположения. Благодаря данной технологии нет необходимости перемещать инструмент или приемник, даже если высота площадки составляет 10 метров.



Рисунок 1 – Topcon Millimeter GPS

Технология полностью заменила работу геодезистов по прокладке и разметке трассы, что значительно снизило затраты как по времени строительства, так и в финансовом плане. За счет этого она не только в кратчайшие сроки окупилась, но и помогла сэкономить средства на геодезических работах в пользу покупки нескольких таких систем.

Внедрение инновац

ионных технологий повышает безопасность и производительность всей транспортной системы и способствует работе профессионалов в достижении более качественного дорожного покрытия.

Литература:

1. Jeff Winke «Topcon raises concrete paving bar through Millimeter GPS» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://concreteproducts.com/index.php/2019/08/07/topcon-raises-concrete-paving-bar-through-millimeter-gps>. – Дата доступа 09.02.2021;
2. «Optimising paving processes with Topcon» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldhighways.com/wh1/feature/optimising-paving-processes-topcon>. – Дата доступа 09.03.2021.

ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ КАПСУЛИРОВАННЫЕ В СОСТАВЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Войтехович Анастасия Владимировна , студент 4-го курса

Обламская Елизавета Владимировна , студент 4-го курса

Залепин Павел Александрович , магистрант

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Бондаренко С.Н., канд. хим. наук, доцент)

Традиционные противогололёдные материалы, распределяемые по поверхности дорожного покрытия, с точки зрения экологии имеют много недостатков. Соль, входящая в состав этих реагентов способствует коррозии металлических частей автомобилей, разъедает обувь и колеса. Объективная оценка воздействия на здоровье людей, на состояние компонентов окружающей среды, а также на состояние объектов дорожного хозяйства, других коммуникаций, ставит вопрос о целесообразности сокращения до максимально возможного уровня использования для борьбы с гололёдом вредных химических реагентов.

Для повышения энергоэффективности строительных сооружений и конструкций, эксплуатируемых в широком диапазоне температур (в т.ч. отрицательных) можно использовать материалы для латентного аккумулирования тепла, капсулированные в полимерных оболочках и введённые в состав бетонных смесей. Одним из возможных альтернативных направлений в борьбе с гололёдом является технология использования теплоаккумулирующих материалов (ТАМ) при устройстве дорожных покрытий.

Проблема терморегуляции и подогрева дорожного покрытия для предотвращения образования гололёда решается с помощью теплоаккумулирующих материалов, помещённых в капсулы, представляющие собой прочную и химически инертную оболочки из полиэтилентерефталата ПЭТ). В свою очередь, капсулированная теплоаккумулирующая добавка вводится в состав бетонной смеси на стадии её приготовления в виде капсул размером порядка 5–15 мм. В состав капсул вводятся материалы, которые обеспечивают обратимое аккумулирование энергии, запасаемой в виде скрытого (латентного) тепла. В состав рецептуры капсулируемых материалов могут быть введены такие теплоаккумулирующие компоненты, как парафины с различной точкой плавления, химические соединения, кристаллогидраты некоторых солей,

а также: ацетамид, полиэтиленгликоль и другие компоненты с температурой обратимых термохимически превращений в интервале от +20 до +80°C. По результатам обработки результатов термохимических экспериментов нами установлена перспективность использования некоторых видов природного минерального сырья (цеолитов, монтморилонитов и др.) в качестве дешёвых и доступных ТАМ.

Явление скрытого тепла используется для хранения избытков тепловой энергии из окружающей среды в тепловых аккумуляторах (капсулах). При поглощении или передаче латентного тепловой энергии температура окружающей среды (в нашем случае дорожного покрытия) не изменяется, тем самым предотвращается возможность образование гололёда.

Для успешного решения проблемы капсулирования ТАМ нами предлагаются ресурсосберегающие решения проблем утилизации отходов бытовых пластиковых изделий. Бытовые полимерные отходы (в частности ПЭТ) – наиболее характерный пример, показывающий целесообразность использования вторсырья при производстве изделий из ПЭТ (например, тары или полимерных капсул) наравне с первичным сырьём. Бытовые полимерные отходы (или отходы потребления), особенно использованные ПЭТ бутылки, представляют большую угрозу для экологии. По некоторым данным в общем объёме бытовых отходов доля ПЭТ полимеров превышает 60%. ПЭТ-пластики имеют многочисленные достоинства и в настоящее время рассматриваются как сырьевой материал, способный открыть совершенно новые потребительские приоритеты и области использования.

Термопластик полиэтилентерефталат - наиболее распространённый представитель класса полиэфиров, известен под разными фирменными названиями. Представляет собой продукт поликонденсации этиленгликоля с терефталевой кислотой; твёрдое, бесцветное, прозрачное вещество в аморфном состоянии и белое, непрозрачное в кристаллическом состоянии.

ПЭТ – одноразовый пластик, который относится к категории бытовых отходов, которые повторно для пищевых целей использовать нельзя, поэтому целесообразно подвергать его переработке. Использование такого материала позволяет не только удешевить затраты на изготовление целевых капсул, но и решить в более глобальном масштабе вопрос по утилизации бытовых полимерных отходов способных навредить экологии.

Основными способами переработки отходов ПЭТ являются: измельчение, повторное плавление; переосаждение из растворов и получение порошков для нанесения покрытий; получение композиционных материалов. Интересным способом переработки является химическая модификация отходов полиэтилентерефталата для производства материалов с новыми свойствами.

Вторичный ПЭТ в гранулах – это сырье, которое используется для изготовления разнообразной полимерной продукции и позволяет существенно снизить себестоимость товаров без ущерба их качеству. Из регранулята производят мягкую и твердую упаковку, корпуса приборов, мелкие бытовые предметы, прочную оболочку для капсулирования строительных материалов и многое другое.

Капсулирование – это процесс заключения мелких частиц вещества в тонкую прочную оболочку из полимерного материала. В результате капсулирования получают продукт в виде отдельных капсул размером от сотен микрон до нескольких сантиметров. Капсулируемое вещество является активным или основным веществом, образующим ядро капсулы, а капсулирующий материал составляет материал оболочек. Оболочки ПЭТ выполняют функцию разобщения и изоляции теплоаккумулирующего материала в капсуле от внешней среды, что предотвращает взаимодействие ТАМ с материалом дорожного покрытия.

На основании вышеизложенного нами предлагается система аккумулирования низкопотенциальной тепловой энергии, предназначенная для использования в составе бетонного конгломерата дорожного покрытия в качестве отдельного компонента в виде множество дискретных капсул, содержащих латентный теплоаккумулирующий материал, который поддерживает заданную температуру в процессе передачи тепловой энергии дорожному покрытию.

Литература:

1. Солодовник В. Д. Микрокапсулирование. — М.: Химия, 1980 — 216 с.
2. Теплица – аккумулятор: тепло - аккумулирующие материалы с латентным накоплением солнечной энергии для подогрева теплиц / А. А. Максимович, А. В. Войтехович ; науч. рук. С. Н. Бондаренко // Новые горизонты - 2020 : сборник материалов VII Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума, 17 ноября 2020 года / Белорусский национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 15-17.

СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ РЕМОНТА ДОРОГ

*Карнейко Антон Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, профессор)

Текущий ремонт автомобильных дорог является весьма трудозатратным и требует значительных финансовых вливаний. Как правило требуется устранить определённые дефекты дорожного полотна, чтобы автомобильная дорога могла прослужить до планового капитального или среднего ремонта.

Одним из решений данной проблемы может выступать технология “ChipFill”. ChipFill — это горячая система ремонта дефектов поверхности, специально разработанная для ремонта трещин и ям на дороге. Он представляет собой современный инновационный термопластик. Выглядит он как мелкие закрученные палочки, по весу достаточно легкий. Материал заполняет даже самые незначительные неровности на покрытии за счет того, что при нагревании он плавится и становится жидким. После того как ChipFill застывает, он становится прочным и препятствует дальнейшему разрушению дороги. Чтобы пластик долго прослужил, его слой не должен превышать 15 мм.

Использование данной технологии делится на несколько этапов:

1. Очистка ямы или выбоины от мусора жёсткой щёткой.
2. Прогрев неровности газовой горелкой в течение нескольких секунд.
3. Засыпка в яму или выбоину гранул. Слой засыпки не должен превышать 15 мм. В случае, если глубина неровности более 15 мм., ремонт следует производить в несколько циклов, повторяя пункты 3 и 4.
4. Плавление пластиковых гранул газовой горелкой. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Плавление пластиковых гранул

Важным преимуществом данной технологии является то, что ремонтные работы можно проводить как в летний, так и в зимний периоды.

Немаловажно будет отметить временные и человеческие затраты на такой ремонт. Данная технология вполне применима бригадой из двух человек, а движение можно открывать уже через 20-30 минут после начала ремонта.

Два с половиной года назад ChipFill применялся в Миндельсхайме и Хайльбронне в Германии. Несмотря на то, что данная технология является временной, спустя два с половиной года отверстия должным образом загерметизированы и закрыты, поэтому повреждения не увеличились. (Рис 2.)



Рисунок 2 – ChipFill спустя два года

Литература:

1. Road Traffic Technology. URL: https://www.roadtraffic-technology.com/contractors/road_marking/geveko/pressreleases/presschipfill-thermoplast-for-road-repairs/
2. Galco. URL: <https://galco.ie/chipfill-surface-defect-repair/>

ОТОПЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Нестерович Любовь Юрьевна, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Мытько Л. Р., канд. техн. наук, профессор)

Зимнее обслуживание сегодня обычно основано на механической расчистке снега вместе с использованием соли. Распространение соли вызывает воздействие на растения и почву, а также ухудшение дорожного покрытия. Для повышения безопасности и мобильности дорожного движения в зимнее время необходимы новые экономичные и экологически чистые решения. Зимнее обслуживание “снизу” с использованием возобновляемого и бесплатного геотермального тепла является очевидным решением и шансом достичь этих целей. Геотермально нагретые наружные поверхности обычно основаны на установках гидравлических теплообменников в дорожном покрытии. Концептуальный проект системы учитывает все соответствующие источники тепла, имеющиеся в районе планируемого дорожного отопления: например, естественную горячую воду, грунтовые воды или замкнутые системы. Геотермальная энергия свободна от вредных выбросов и углерода, а также климатически нейтральна. Эта энергия является возобновляемой и доступна везде: независимо от погоды в течение всего года и в течение 24 часов в сутки. Если установлена система отопления, то летом тротуар можно охлаждать. Это снижает интенсивность колеи и может привести к увеличению срока службы дорожного покрытия.

Дорожная, мостовая или аналогичная система наружного поверхностного отопления состоит из тех же основных элементов, что и отопление здания: источник тепла, теплообменные трубы, встроенные в дорожное покрытие (“теплый пол”), датчики для измерения фактической погоды, управление системой. (Рис. 1).

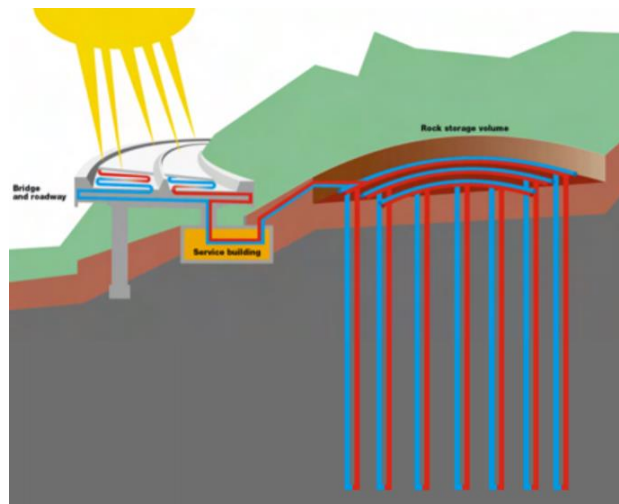


Рисунок 1 – Базовая схема системы отопления дороги (схема системы SERSO)

Дорожное отопление, как правило, представляет собой гидравлические системы отопления, то есть тепло передается в заполненной водой трубопроводной системе. Электрически резистивные нагреватели применимы для небольших помещений. Установленная тепловая мощность зависит от технических характеристик системы: таяние снега с определенной скоростью снегопада, антиобледенение, очистка от льда и т. д. Подходят различные конструкции систем. Могут использоваться различные источники. (Рис. 2).

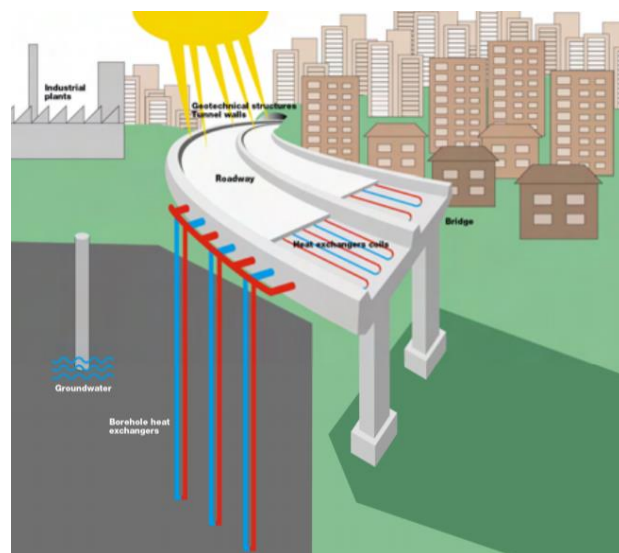


Рисунок 2 – Адаптированная схема SERSO

Например, прямое использование геотермальной горячей воды, прямое использование теплых или холодных подземных вод, прямое использование скважинных теплообменников или энергетических свай, может быть рассмотрена комбинация с тепловым насосом. Подходит подземное хранилище тепловой энергии. Тогда нагретый участок можно было бы охладить летом. Другие источники тепла – например, отработанное тепло – могут быть приняты

во внимание, если гарантирована надежная поставка в течение всего расчетного срока службы.

По всему миру было построено несколько опытных установок для геотермального таяния снега и (или) геотермального антиобледенения. Хорошо известной и хорошо документированной геотермальной установкой является пилотная установка SERSO в центральной Швейцарии, которая была введена в эксплуатацию в 1994 году и работает без перерыва до сегодняшнего дня. Цель установки состояла в том, чтобы гарантировать такие же условия дорожного покрытия на отапливаемом мосту, как и на последующих участках дороги. Система SERSO собирает из-под дорожного покрытия избыточное тепло от солнечного потепления летом и хранит его под землей в скальном хранилище. Накопленное тепло затем повторно используется зимой для контроля температуры поверхности. В климате Центральной Европы, как правило, можно извлечь больше тепла из дорожного полотна летом, чем это необходимо для следующей зимы. Кроме того, было подтверждено, что эксплуатация SERSO приводит к значительной стабилизации температуры дорожного покрытия в течение всего года, что приводит к продлению срока службы битумного дорожного покрытия. Отапливаемая площадь простирается более чем на 1300 м². Тепло хранится в горной породе объемом примерно 55000 м³, которая отбирается поем из 91 скважинного теплообменника глубиной 65 м каждый. Годовая продолжительность работы системы составляет менее 1000 часов в год зимой и еще 1000 часов для охлаждения летом. Температура подачи теплоносителя регулируется в соответствии с температурой окружающего воздуха, лежащей обычно ниже 10°C. Образование льда в этих условиях невозможно. Количество требуемой энергии сильно меняется в зависимости от суровости зимы. От 30 МВтч до более чем 100 МВтч.

Пример показал, что геотермальные системы отопления дорог работают без проблем в течение многих лет – полностью возобновляемые. Полностью автоматическая работа позволяет сократить количество ночных смен зимнего обслуживающего персонала. Хотя первоначальные затраты высоки, такие системы не являются неэкономичными. Даются социальные и макроэкономические выгоды.

АКТИВАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ПЕСКОВ МЕСТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Обламская Елизавета Владимировна, студент 4-го курса

Исматов Максудджон Сайфуллаевич, магистрант

Бердашкевич Александр Иванович, дипломник

кафедры «Автомобильные дороги»

(Научный руководитель – Бондаренко С.Н., канд. хим. наук, доцент)

Самый массово применяемый природный минеральный компонент для производства строительных материалов, как и любого строительства, в том числе дорожного – песок. Наиболее ценным является песок с большим содержанием диоксида кремния – кварцевый песок. Потребности промышленности в строительных песках обеспечиваются за счет разведанных и подготовленных к промышленному освоению месторождений. По состоянию на 01.01.2020 г на государственном балансе строительных песков числится 512 месторождений, из которых 233 месторождения находятся в промышленной разработке. На территории Республики Беларусь имеются реальные перспективы увеличения объемов добычи строительных песков за счет ресурсов, числящихся на балансе разведанных месторождений местного значения. Однако основной проблемой при использовании природного кварцевого песка является его качество – чистота и однородность химического, минералогического и гранулометрического состава, соответствие строительным нормативным характеристикам и показателям. Наличие примесей (глины, полевых шпатов, окислов некоторых металлов и прочных окисных пленок на поверхности частиц песка) – узловая проблема при определении возможности его использования в соответствии с требованиями нормативных документов. Схемы и режимы переработки и обогащения кварцевых песков разнообразны. Их подбирают исходя из типа природных песков. Наиболее трудно удаляются загрязняющие примеси, которые присутствуют в виде прочной глинистой и/или оксидной (гидроксидной) пленки, обволакивающей зерна кварца.

Чистый кварцевый песок в природе встречается сравнительно редко и в большинстве случаев требует обогащения. Особенностью обогащенного кварцевого песка является наличие в нем крупных зерен кварца. Перед началом процесса обогащения кварцевый песок проходит процедуру промывки и сушки. Округлая форма частиц кварцевого песка способствует формированию

эластичного, самовыравнивающего и подвижного состава. Гранулометрическая узкофракционная смесь позволит изготовить высококачественное тонкослойное цементное покрытие практически для любого основания.

Стандартный химический состав кварцевого песка:

- 1) массовая доля оксида кремния (SiO_2) – 99,8 - 95,0%;
- 2) массовая доля железа (Fe_2O_3) – 1,010 - 0,07 %;
- 3) массовая доля алюминия (Al_2O_3) – 0,1 - 2,0.

Массовая доля влаги должна быть не более 0,5% в обогащенных песках и 7,0% в необогащенных песках.

Обогащение песков происходит на обогатительной фабрике, которое позволяет выпускать пески с постоянными качественными характеристиками. Переработка и обогащение природных песков местных месторождений может осуществляться разными **схемами обогащения**: Механическая активация (оттирка) – оттирка песков проводится с целью снятия глинистых примесей, окисных пленок металлов с поверхности кварцевых зерен путем интенсивного перемешивания пульпы. В процессе оттирки также могут разрушаться зерна малой прочности. Гравитационное обогащение – очистка песка от тяжелых минералов производится с помощью процесса гравитации на концентрационных столах. В процессе обогащения в концентрат извлекаются тяжелые минералы с удельным весом более 3,5-4 г/см³, которые собираются в отдельный продукт и убираются из процесса. Гидравлическая классификация – получение песка нужной крупности и его отмывка от шламов достигается с использованием многокамерного гидравлического классификатора. Дезинтеграция и грохочение – обогащение осуществляется в скруббер-бутаре, где в одном аппарате совмещены два процесса – дезинтеграция и мокрое грохочение песка. В результате каскадного перемещения материала в водной среде происходит разрушение глинистых агрегатных включений с последующим выводом их процесса частиц крупностью более 3-5мм. Обезвоживание и обратное водоснабжение – обогащенные кварцевые пески проходят цикл дополнительной отмывки и обезвоживания в спиральных классификаторах и складировются на площадке для дальнейшего использования в производстве. Схема обратного водоснабжения, основным аппаратом которой является пластинчатый сгуститель, обеспечивает повторное использование до 95% технологической воды. Процесс обогащения позволяет получать высококачественные обогащенные кварцевые пески требуемой крупности с минимальным содержанием вредных примесей и постоянного качества. Электромагнитная сепарация – процесс дообогащения кварцевых песков, прошедших предварительное обогащение мокрыми способами и сушку.

Ультразвуковая очистка кварцевого песка в водной среде – эффективный способ очистки поверхности твёрдых минеральных частиц, при котором в жидкость вводятся ультразвуковые колебания. Обычно применение ультразвука значительно ускоряет процесс очистки частиц песка и повышает качество их поверхностей за счёт удаления загрязнений в виде глинистых корок и прочных окисных пленок.

Нами был опробован способ переработки и обогащения природных песков местных месторождений с использованием отмучивания (промывки) и последующей ультразвуковой обработки природного песка **по приведенной ниже технологической схеме:**

Аналитическую пробу песка местного месторождения массой 1кг после высушивания до постоянной массы фракционировали с помощью стандартного набора сит для песка (ГОСТ 8735-88).

Для испытаний отбирались пробы природного кварцевого песка постоянного состава с размером зёрен от 0,08 до 2 мм.

После проведения стандартной процедуры отмучивания и промывки, отобранные пробы природного песка местного месторождения подвергались ультразвуковой обработке с одновременной отмывкой в дистиллированной воде.

Из проб песка, отобранных после отмучивания, промывки и ультразвуковой обработки на базе цементного раствора изготавливались стандартные образцы-балочки предназначенные для испытаний предела прочности на растяжение при изгибе и при испытании на осевое сжатие (ГОСТ 310.4 – 81, «Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии»).

Всего было испытано 30 стандартных образцов-балочек:

- 1) изготовленных из исходного природного песка местного месторождения «Курково»;
- 2) изготовленные из песка после отмучивания и отмывки;
- 3) песка, подвергнутого ультразвуковой обработке (т.е. по 10 образцов для песков различного уровня подготовки).

Полученные результаты показали улучшение прочностных показателей испытуемых образцов по сравнению с исходным песком от 7- до 9 % в случае отмучивания и промывки и от 10 до 15 % после 30 минут ультразвуковой обработки с отмывкой.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что очистка и активация поверхности частиц природного песка местных месторождений способствует формированию более прочных связей между минеральным заполнителем – кварцевым песком и цементным вяжущим в составе бетонного конгломерата.

СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Семерня Павел Анатольевич, студент 2-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Бондаренко С.Н., канд. хим. наук, доцент)

Бетонная раствор— это смесь нескольких компонентов, соединённые между после перемешивания, состав которой формируется от требований к свойствам бетона. Бетон обязан получить свои проектные свойства к назначенному сроку при этом обладая прочими качествами, которые должны обеспечивать стойкость конструкции к морозу, воде и другим внешним факторам. При разных целях в строительных организациях используются смеси различные по физическим свойствам. Эти свойства разделяют на несколько групп.

Реологическими свойствами бетонного раствора называются: структурная прочность, вязкость, тиксотропия. Структурная прочность – свойство вещества, характеризующееся стойкостью внутренних связей между атомами вещества. Вязкостью бетонной смеси называют состояние, препятствующее перемежению жидкостным слоям. Вязкость бетонного раствора обеспечивается, как только получается преодолеть ее структурную плотность. За затвердевание бетонной смеси отвечает тиксотропия. Тиксотропия – это способность бетонного раствора увеличивать вязкость в условиях отсутствия внешних сил или уменьшать вязкость при внешних воздействиях.

Самым главным техническим свойством бетонного раствора считаются удобоукладываемость. Удобоукладываемость – качество бетонного раствора, характеризующееся удобностью укладки бетонного раствора и черта раствора принимать любой внешний вид без потери однородности. Удобоукладываемость характеризуется: жесткостью, связанностью и подвижностью.

Подвижность бетонного раствора – особенность раствора расходиться под действием своего веса. Что бы определить подвижность бетонного раствора применяют специальный конус (Рис. 1).

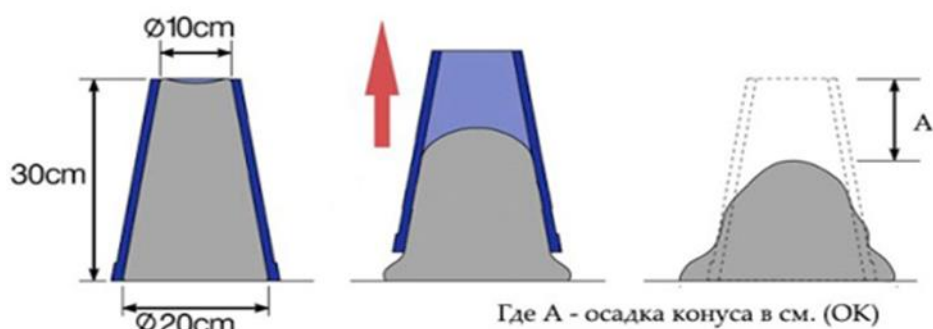


Рисунок 1 – Стандартный конус для определения подвижности бетонной смеси

Этот конус постепенно заливают бетонным тестом, утрамбовывая содержимое штыкованием. После того как смесь утрамбовалась конус убирают. Возникший конус из бетонной смеси расходиться под тяжестью собственного тела. Разница между начальной и конечной высотой конуса (величина осадки конуса) и является численным значением подвижности бетонного раствора. Если конус просел от 1 см и более смеси называются подвижные, а если величина осадки конуса около нуля – жесткими. При влиянии вибрации жесткое бетонное тесто обладает разными формировочными свойствами.

Жесткость бетонного раствора характеризуется длительностью вибрации, необходимой для выравнивания заранее отформованного бетонного раствора в виде конуса в приспособлении для нахождения жесткости. Для вывода о жесткости раствора существует специальное приспособление (Рис. 2), состоящее из сосуда в виде цилиндра, на котором закреплено специальное приспособление для нахождения осадка бетонного раствора. Это приспособление крепко прикрепляют на виброплощадку. Конус устройства загружают бетонным тестом и утрамбовывают ее. Затем поворачивают держатель 9 вокруг своей оси и устанавливают пластинку 8 над бетонной смесью (Рис. 2). После ее плавно приближают к поверхности сечения этого конуса. Затем запускают виброплощадку, попутно включив таймер. Эта процедура идет пока не наступит выделение цементного раствора хотя бы в двух местах. Время, затраченное на процесс, и является численной характеристикой жесткости.

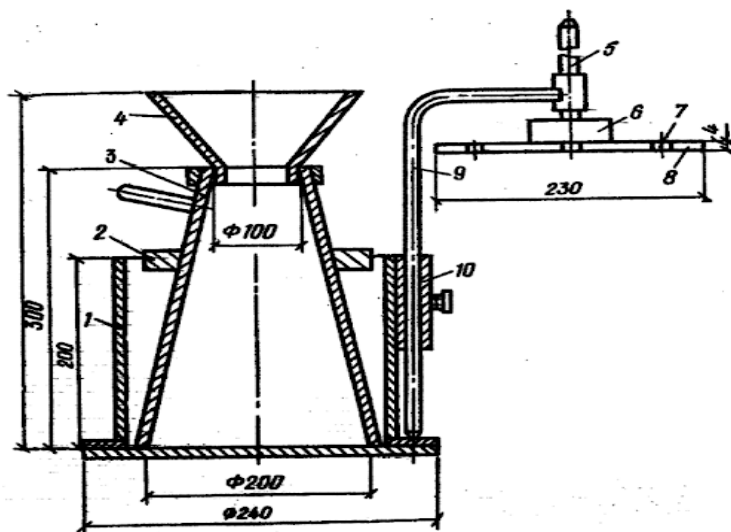


Рисунок 2 – Стандартный прибор для определения жёсткости бетонной смеси

Связанность – возможность бетонного раствора не изменять однородное строение, т. е. не разделяться на слои при перевозке, укладке и утрамбовывания. В случае выполнения какого-либо из вышеперечисленных действий частицы раствора сближаются между собой, попутно выталкивая более легкие компоненты (как правило воду). Крупный растворитель, плотность которого различаются от плотности остального раствора, так же перемещается. Все это плохо влияет на однородность бетона.

Литература:

1. Строй-справка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-spravka.ru/article/beton-i-betonnaya-smes>

Секция 3

ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

**ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ ОПОР И СТРУКТУРЫ
СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ
ОАО «БЕЛПРОМСТРОЙБАНК»**

*Таркан Алина Викторовна, студентка 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Михайлов В.И., канд. геогр. наук, доцент)*

В данной работе рассматривается определение деформаций несущих опор и структуры светопрозрачного покрытия здания ОАО «Белпромстройбанка».

Светопрозрачное покрытие подвержено воздействию солнечной радиации, коэффициент линейного расширения алюминия, из которого смонтирована плита, выше чем у стали, и значительная длина алюминиевого профиля могут вызвать дополнительные напряжения в элементах структуры. Все это вызвало необходимость в организации проведения геодезических наблюдений за деформациями светопрозрачного покрытия здания как в период строительства, так и во время его эксплуатации.

Для измерения деформаций на площадке четвертого этажа был выбран базис длиной 11 м, таким образом, чтобы с его концов можно наблюдать за металлическими опорами и структурной плитой покрытия. Концы опорной линии закреплены в мраморном полу просверленными отверстиями диаметром 2 мм.

На несущих опорах и на структурной плите выбрано 20 контрольных точек. В качестве визирных целей использованы образующие и металлические выступы в их основании. Все измерения и вычисления выполнены в условной системе координат.

Принимая во внимание стесненность условий для геодезических измерений внутри здания банка и воздействия прямых солнечных лучей на светопрозрачное покрытие, для наблюдений первого цикла использовано утреннее время и пасмурная погода, а последующие – после дневного солнечного воздействия на структурную плиту покрытия, в вечернее время. Угловые измерения выполнялись теодолитом 2Т2, а координаты контрольных точек и их отметки вычислялись на ПЭВМ.

Во время строительства сооружения в течение двух лет выполнено пять циклов геодезических измерений. Величины деформаций контрольных точек вычислены как разности средних отметок последующих и первого цикла наблюдений. Все полученные результаты колеблются от нуля до 3 мм. Спустя

три года после начала эксплуатации было выполнено четыре цикла геодезических измерений за трехлетний период. Результаты оказались в том же интервале, что и при строительстве здания банка. Таким образом, выполненные геодезические наблюдения показали, что здание «Белстройпромбанка» находится в стабильном состоянии и пригодно для эксплуатации в течение длительного времени.

ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ТУРНИРОВ ПО РЕШЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Сергачёв Александр Александрович,
Прудников Максим Константинович, студенты 3-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Будю А.Ю., старший преподаватель)*

В задачах по программированию иногда требуется написать программу, которая считывает входные данные из одного файла (или из стандартного потока ввода) в определённом формате, обрабатывает их в соответствии с постановкой задачи и выводит результат в определённом формате в другой файл (или в стандартный поток вывода). Такая постановка задач встречается в олимпиадах по информатике и программированию и на курсах по программированию. Один из способов проверки правильности программ – запуск проверяемой программы на наборе тестов. После выполнения проверяемой программы на каждом тесте выданный ею ответ сравнивается по некоторым критериям с эталонным ответом, в результате выносится решение о том, пройден ли тест или нет. Если программа прошла все тесты, то она считается правильным решением задачи.

Ejudge - это система для проведения различных мероприятий, в которых необходима автоматическая проверка программ. Система может применяться для проведения олимпиад и поддержки учебных курсов.

Система *ejudge* состоит из нескольких программ, в которых часть интерфейса (участника турнира и администратора турнира) предоставляется через WEB. Программы *master*, *judge*, *team*, *register*, *users* являются CGI-программами, то есть запускаются из-под *httpd*-сервера.

Так, на базе нашей кафедры, 4 апреля, впервые в истории кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии», состоялся турнир по программированию с уклоном в геодезию. Для участия были приглашены студенты всех курсов специальности «Геодезия», но в этом году смогли принять студенты 2 и 3 курса. Турнир состоял из 10 задач. Общее время проведения – 100 минут. Время выбиралась из расчёта, что в среднем на каждую задачу студент потратит 10 минут.

Подготовка состоит из следующих этапов: поиск задач; написание решений к задачам; создание тестов к задачам; формирование «проблемы»;

создание турнира; настройка параметров турнира; настройка и добавление тестов; сохранение и тестирование; подготовка локальной сети.

Рассмотрим ключевые особенности при подготовке турниров.

ПОИСК ЗАДАЧ. Главным нюансом этого этапа является то, что необходимо подобрать такие задачи, которые будут удовлетворять следующим критериям:

– Задача должна что-то рассчитывать. То есть, задачи типа «Измерить...», «Определить по карте...» не подойдут.

– Простота расчёта. Намного проще оценить знания, если разбить одну большую задачу на несколько маленьких. Таким образом, задача уравнивания нивелирной сети параметрическим способом явно не подойдёт.

Вот несколько задач из турнира:

- Обратная геодезическая задача
- Прямая геодезическая задача
- Определение обратного азимута
- Определение осевого меридиана по номеру зоны

НАПИСАНИЕ РЕШЕНИЙ К ЗАДАЧАМ. Далее каждую задачу необходимо решить, чтобы иметь эталонное решение на основании которого будут генерироваться тесты.

На этом этапе важно предусмотреть то, что компиляторы системы ejudge в некоторых ситуациях могут работать не так, как, например, встроенный компилятор Visual Studio, на котором пишется решение.

РЕГИСТРАЦИЯ УЧАСТНИКОВ. Для регистрации участники турнира должны были подключиться к локальной сети, к которой подключен компьютер организатора, на котором развернут сервер ejudge.

Ссылка на турнир, для удобства, была размещена на главной странице сайта кафедры.

После регистрации всех участников организатор начинает турнир.

СОЗДАНИЕ ТУРНИРА. При создании турнира особое внимание на его вид. По системе участия турниры можно разделить на:

- Персональный турнир. Участником является один человек.
- Командный турнир. Участником является команда, состоящая из нескольких основных участников. Кроме основных участников могут быть указаны запасные участники, тренеры и руководители команды.

В зависимости от системы оценивания результатов и времени участия турниры делятся на несколько типов: по системам **ACM**, **Kirov**, **Moscow**, **Olympiad**.

Для наших целей наиболее подходящей системой оценивания стала АСМ, так как она учитывает время, прошедшее с начала турнира, а также позволяет участникам в реальном времени отслеживать успех выполнения задания.

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ТУРНИРА. При настройке параметров турнира важно выбрать все компиляторы для разрешенных в участии языков программирования. На данный момент ejudge поддерживает все современные языки программирования. Список языков программирования, разрешенных на нашем турнире (компиляторы и их версии): Pascal (Free Pascal 3.0.2), C (GNU C 7.3.1), C++ (GNU C++ 7.3.1), Fortran (GNU Fortran 7.3.1), Python (Python 2.7.14 и Python3 3.6.4), Perl (Perl 5.24.3), GNU Prolog (GNU Prolog 1.4.4), Java (Java JDK 1.8.0_161), Ruby (Ruby 2.4.3p205), PHP (PHP 7.1.15), Make (Make 4.2.1), NASM (NASM 2.13.02), Go 7.2.1 (GNU go 7.3.1), AS (GNU AS 7.3.1)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТУРНИРА. В результате проведения турнира по программированию, решив 5 задач из 10, первую тройку мест разобрали 2 студента 2 курса и студент 3 курса. Итогом турнира является турнирная таблица, представленная на рисунке 1. Во время проведения турнира первое место постоянно изменялось, было очень увлекательно наблюдать, кто держит первенство (наиболее долго первое место удерживал студент третьего курса).

Все решения участников сохраняются в контесте. Это полезно для того, чтобы была возможность в дальнейшем разобрать со студентами задачи и провести «работу над ошибками».

Contest "Geodetic Contest 2021" - [1:40:00], finished													
Last success: 1:39:27, Даниил, I.													
Last submit: 1:39:35, gushchina, G.													
Place	User	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total	Penalty
1	Даниил	+	+	+				+		+1		5	257
2	Ishikopolinka	+	+	+				+		+1		5	289
3	Avlutskiy	+	+1	+	-2			+1		+	-3	5	305
4	Navarich	+	+	+1	-1	-1		+1		+		5	352
5	Smoyzh	+2	+	+				+2		+1		5	407
6	Rogozhnikov	+1	+	+	-1			+		-5		4	173
7	gushchina	+	+	+				-1		+		4	176
8	Konopelko	+	+1	+	-2					+		4	226
9	Ilyahotkin	+1	+	+						+		4	248
10	Kartavenko	+	+	+				-1		+		4	255
11	Анастасия	+	+	+								3	116
12-13	vlad	+	+1	+						-1		3	155
12-13	Budkevich	+	+	+								3	155
14	Berezovik	+	+	+								3	157
15	narivonchik1	+2	+	+				-2	-1			3	165
16	Sazanovets	+2	+1	+								3	261
17	imishadavid	+	+	+	-3			-3				2	18
18	narivonchik											0	0
	Total	25	20	18	9	1	0	17	1	18	3	112	
	Success:	17	16	17	0	0	0	6	0	9	0	65	
	%:	68%	80%	94%	0%	0%	0%	35%	0%	50%	0%	58%	

Рисунок 1 – Итоговая турнирная таблица

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ И РЕШЕНИЯ. Во время турнира мы столкнулись с рядом проблем:

– Из-за того, что к локальной сети подключилось большого количества пользователей, то у некоторых из них не работал интернет. Поэтому они не

могли зайти на сайт кафедры и перейти по адресу турнира и им приходилось вводить его вручную.

– Некоторые участники не понимали на словах, как пройти регистрацию на турнир. Из-за чего приходилось ко многим подходить и показывать куда нажимать.

– Некоторые участники работают в онлайн компиляторах. И из-за отсутствия интернета на их ноутбуках, приходилось пересаживать их за рабочие компьютеры.

– Из-за разной работы компиляторов код, который был написан и компилировался, например, в Visual Studio, мог не скомпилироваться системой ejudge.

Для решения проблемы с регистрацией необходимо создать инструкцию по регистрации, в которой так же будет находиться актуальная ссылка на турнир. И перед турниром раздать её всем участникам.

Таким образом, если в дальнейшем сделать статический адрес сервера с доступом через интернет, то это даст возможность привлечь большее количество людей для участия в турнире. Более того, данные соревнования могут привлечь организации-спонсора (работодателей), которые могут предоставить свои задачи для турниров. Кроме того, можно сразу проверить способности участников из всей страны и лучших пригласить к себе на работу или хотя бы на испытательный срок.

Так же возможности системы ejudge можно использовать для проверки расчётов и знаний студентов на других изучаемых дисциплинах. Это упростит и ускорит работу преподавателей.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ RIEGL LMS-Z420I

*Лазаревич Артур Витальевич, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Михайлов В.И., канд. геогр. наук, доцент)*

Система RIEGL производит измерения со скоростью 11 точек в секунду. Результат- множество точек с вычисленными трехмерными координатами, называемыми облаком точек или сканом. Количество точек в одном облаке варьируется от сотен тысяч до нескольких миллионов. Изначально координаты точек определяются в условной системе координат сканера.

В конструкции этого сканера используется импульсный лазерный дальномер. Он имеет область обзора по горизонтали 360 и по вертикали 80. Наведение сканера на исследуемые объекты выполняется по результатам предварительного разреженного сканирования. Изображение передается на монитор и оператор может визуальнo контролировать ориентирование прибора. Сканирование может производиться как сразу всего поля, так и лишь какой-то его части. Дальность измерения расстояния от двух до тысячи метров с точностью 5 мм выполняется с помощью безотражательного дальномера.

Сканирование может происходить в несколько этапов, но полученные с каждой точки стояния сканы могут быть совмещены в единое пространство в программном модуле. Причем для совмещения сканов не обязательно наличие зон взаимного перекрытия. Обязательным условием является наличие точек ориентирования сканов, в качестве которых могут быть использованы характерные точки снимаемого объекта, либо специально установленные марки.

В программном модуле RISCAN PRO реализованы возможности фильтрации плотности точек трансформирования в проектную систему координат, создание ортофотоснимков, вычисление объемов тел, построение линий равных высот и целый ряд инженерно-геодезических задач.

Успех лазерно-локационных технологий связан с естественной трехмерностью и абсолютной геодезической точностью исследуемых объектов на субсантиметровом уровне. Это открывает новые возможности для специалистов не только в области маркшейдерии, но и в других смежных областях.

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ МОДЕЛИ КВАЗИГЕОИДА НА УЧАСТОК УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА БНТУ

*Наливайко Егор Юрьевич, студент 5-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Будю А. Ю., старший преподаватель)*

Существуют 3 основных термина описывающие форму земли: геоид, земной эллипсоид и квазигеоид.

Геоид — уровенная поверхность для передачи высот, тело которого ограничено гладкой, всюду выпуклой поверхностью, в каждой точке которой вектор силы тяжести является нормалью, а поле силы тяжести имеет характеристики, идентичные характеристикам поля силы тяжести реальной Земли (реальное гравитационное поле).

Под *земным эллипсоидом* понимается поверхность эллипсоида вращения, форма и размеры которого определяют из математической обработки астрономических, гравиметрических и геодезических измерений, выполняемых на физической поверхности Земли.

Форма эллипса определяется длинами его полуосей: большая полуось a и малая полуось b .

Эллипсоид вращения, который наилучшим образом согласуется с поверхностью геоида называют *общеземной эллипсоид*, а эллипсоид, который наилучшим образом согласуется с геоидом на ограниченной части его поверхности называется *референц-эллипсоид*.

Поверхности земного эллипсоида и геоида отличаются в пределах 100 метров в ту или иную сторону.

Для точного определения поверхности геоида необходимо выполнить комплекс измерений, непосредственно на всей его поверхности, что практически невозможно, либо в соответствующей точке на физической поверхности Земли с учетом распределения масс в этом месте, что также не предоставляется возможным т.к. распределение плотности внутри Земли с необходимой точностью неизвестно.

По этой причине в 1950-х годах советским учёным М. С. Молоденским в качестве строгого решения задачи определения фигуры Земли было предложено вместо поверхности геоида использовать квазигеоид — поверхность близкую к поверхности геоида, определяемую только по результатам измерений на земной поверхности.

Поверхность квазигеоида совпадает с геоидом на территории Мирового океана и очень близко подходит к нему на суше, отклоняясь не более чем на 2 метра в высоких горах и на несколько сантиметров на равнинной местности [1].

Модель квазигеоида представляет собой сетку с определенным шагом, в углах которой находятся значения аномалии высоты (высота квазигеоида над поверхностью референц-эллипсоида).

В таблице 1 в качестве примера представлена структура файла локальной цифровой модели высот геоида с шагом в 1°. В первой строке (шапке файла) указаны начальные и конечные значения в градусах для параллелей и меридианов, ограничивающих локальную территорию, шаг регулярной сетки в градусах и название исходной модели высот геоида. В последующих строках файла в трех столбцах расположены, соответственно, значения широт, долгот и высот геоида, которые отсортированы по широте и долготе.

Таблица 1 – Структура файла локальной цифровой модели высот геоида

53,0-58,0	75,0-86,0	1,00 EGM2008
53,000000000	75,000000000	-34,991
53,000000000	76,000000000	-36,645
- " -	- " -	- " -
53,000000000	86,000000000	-41,021
54,000000000	75,000000000	-34,090
54,000000000	76,000000000	-35,583
- " -	- " -	- " -
58,000000000	85,000000000	-35,528
58,000000000	86,000000000	-35,082

Определение высоты квазигеоида в произвольной точке осуществляется либо интерполированием от ближайших шести узлов сетки, либо по построенной аппроксимационной поверхности [2].

Для создания модели квазигеоида необходимо знать карту аномалий высот местности. Для получения аномалии высоты в данной точке необходимо знать значение нормальной (высота над поверхностью квазигеоида) и геодезической (высота над поверхностью референц-эллипсоида) высот.

Нормальные высоты были получены из нивелирования III класса, выполненного на геодезической практике 2-3 курса.

Опорными являлись след пункты: репер 6737, располагающийся возле общежития БНТУ № 15 и репер 0760, находится возле Национальной библиотеки Беларуси.

При выполнении нивелирования применялись оптические нивелиры НЗ и НЗК и цифровой нивелир South DL-202.

Уравнивание нивелирной сети было выполнено в программном продукте Кредо – КРЕДО НИВЕЛИР.

Эллипсоидальные высоты были получены из спутниковых измерений на учебном полигоне БНТУ выполненных на геодезической практике 2-3 курса. Измерения выполнялись в режиме «кинематика реального времени» (real time kinematics – RTK) на пунктах нивелирования III класса.

В качестве базовой станции использовался постояннодействующий пункт (ПДП) фирмы «Эффективные технологии» (EFT) установленный на крыше здания «Минскинжпроект» [3].

В качестве ровера использовался ГНСС приемник Trimble R8s в сочетании с полевым контроллером Trimble TSC3.

Данные нивелирования и спутниковых измерений были обработаны по следующей программе:

- в обработку брались только те пункты у которых были измерены и эллипсоидальные и нормальные высоты;

- исключались пункты с грубыми измерениями, у которых отклонения от модели геоида EGM 2008 с шагом в 2,5' составили более 20 см.

После обработки было получено 70 пунктов с эллипсоидальными и нормальными высотами.

Создание модели квазигеоида на участок учебного полигона БНТУ производилось в программе КРЕДО ТРАНСКОР версии 3.1, т.к. именно в данной версии программы появилась функция создания модели квазигеоида.

Порядок создания модели квазигеоида следующий:

- командой *импорт точек* импортируем точки с известными эллипсоидальными и нормальными высотами полученные после обработки исходных данных;

- далее выполняем команду *Операции/Рассчитать аномалии и высоты*;

- расхождение фактической аномалии высот и модельной аномалии (разница между эллипсоидальными высотами и вычисленными, полученными с использованием EGM2008) можно отобразить поверхностью в окне План;

- далее выбираем команду *Операции/Создание модели геоида*, указываем шаг сетки (шаг сетки должен быть выше чем у исходной общеземной модели).

- затем созданную модель подключаем к геодезической библиотеке и выбираем ее в свойствах проекта для объекта;

- после снова выполняем команду *Операции/Рассчитать аномалии и высоты* и перестраиваем поверхность по значению разности аномалий;

- экспортируем созданную модель квазигеоида в представленные в программе форматы: RGM (Regional Geoid Model), LGO (Leica Geomatic Office) и GGF (Trimble Geoid File) [4].

Созданная модель квазигеоида позволит определять нормальные высоты с высокой точностью с помощью спутникового оборудования, не прибегая к нивелированию.

Литература:

1. Высшая геодезия: Теоретические основы формирования государственных координатных систем: учебное пособие / В. П. Подшивалов. – Минск: БНТУ, 2019. – 174 с.
2. Шендрик Н. К. Формирование локальной цифровой модели высот геоида на территорию новосибирской области/ Н. К. Шендрик // Вестник СГУГиТ. Ест. науки. – 2016. – № 4 (36). – С. 66–73.
3. Сеть базовых станций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eft.by/>– Дата доступа: 12.04.2021.
4. CREDO ТРАНСКОР 3.1 Руководство пользователя для начинающих. / Кредо-Диалог. - Минск: СП «КредоДиалог», 2021. – 115 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВЁРСТКИ LATEX ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЁТОВ ПО УЧЕБНЫМ И НАУЧНЫМ РАБОТАМ

*Лаппо Ян Викторович, Рогожников Илья Александрович,
студенты 3-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель) – Будо А.Ю., старший преподаватель)*

Выбор системы подготовки документов имеет важное значение для любого академического исследователя. Удобство использования программной системы – это мера того, насколько легко использовать программу для выполнения предписанной задачи. В данном докладе рассмотрим, что такое LaTeX и для чего он нужен.

LaTeX — набор расширений, позволяющий упростить работу в системе компьютерной верстки TeX.

TeX — система работы с текстовым документом посредством вызова (использования) команд.

Первая версия появилась в 1984 году, её автором является Лесли Лемпорт; на данный момент широко используется версия LaTeX2, созданная в 1994 году. В первые годы своего существования программа имела множество недостатков и багов. Однако к концу 2000-х годов программа избавилась от большинства своих минусов и завоевала большое уважение как у крупных издателей, так и у простых пользователей. В настоящее время хотя бы раз в год выходит обновленная версия.

Элементы отчёта, оформленного на LaTeX представлены на (Рис. 1–5):

$$a_{ik} = -\rho \cdot \frac{E_k - E_i}{S^2}$$

$$b_{ik} = \rho \cdot \frac{N_k - N_i}{S^2}$$

$$S^2 = (N_k - N_i)^2 + (E_k - E_i)^2$$

Рисунок 1 – Формулы

```
\begin{equation}
  a_{ik} = -\rho\cdot\frac{E_k-E_i}{S^2}
\end{equation}
\begin{equation}
  b_{ik} = \rho\cdot\frac{N_k-N_i}{S^2}
\end{equation}
\begin{equation}
  S^2 = (N_k-N_i)^2+(E_k-E_i)^2
\end{equation}
```

Рисунок 2 – Элемент кода формул

Таблица 1 – Результаты вычислений итераций.

Пересчитанные значения по формулам (1)–(9)			
Величина	Итерация 1	Итерация 2	Итерация 3
$\Delta\phi$	0.0122295 rad	0.0122175 rad	0,0122173 rad
$\Delta\lambda$	0.0068659 rad	0.0069804 rad	0.0069813 rad
ϕ	0,9398659 rad	0,9398599 rad	0,9398598 rad
N	6392102.6542	6392102.5306	6392102.5266
M	6377147.0062	6377146.6363	6377146.6305
η^2	0.0023452	0.0023452	0.0023452
V^2	1.0023452	1.0023452	1.0023452
t	1.3688491	1.3688318	1.3688315
f_1	0.0000002	0.0000002	0.0000002
f_2	0.0000002	0.0000002	0.0000002
f_3	0.0416667	0.0416667	0.0416667
f_4	0.0399290	0.0399290	0.0399290
f_5	0.0414712	0.0414712	0.0414712
f_6	-0.0002549	-0.0002549	-0.0002549
f_7	0.0835288	0.0835288	0.0835288
f_8	0.1251938	0.1251938	0.1251938
Вспомогательные величины по формулам (23) – (25)			
$\Delta\alpha$	0.0055442 rad	0.0056366 rad	0.0056373 rad
α	0.3257907 rad	0.3258369 rad	0.3258373 rad
α_2	3.4701555 rad	3.4702479 rad	3.4702486 rad
Долгота и широта рассчитанные по формулам (26) и (27)			
λ_2	0.4974179 rad	0.4974188 rad	0.4974188 rad
ϕ_2	0.9459686 rad	0.9459685 rad	0.9459684 rad

Рисунок 3 – Таблица

```

Таблица 1 5-5 Результаты вычислений итераций.
\begin{tabular}{|p{2.5cm}|p{3.9cm}|p{3.9cm}|p{3.9cm}|}
\hline
\multicolumn{4}{|c|}{Пересчитанные значения по формулам (\ref{ed:1})$-$ (\ref{ed:9})}
\hline
\hline
\multicolumn{4}{|c|}{Величина & Итерация 1 & Итерация 2 & Итерация 3}
\hline
\centering$\Delta\alpha$ & 0.0122295 rad & 0.0122175 rad & 0,0122173 rad
\centering$\Delta\lambda$ & 0.0068659 rad & 0.0069804 rad & 0.0069813 rad
\centering$\phi$ & 0,9398659 rad & 0,9398599 rad & 0,9398598 rad
\centering$N$ & 6392102.6542 m & 6392102.5306 m & 6392102.5266 m
\centering$M$ & 6377147.0062 m & 6377146.6363 m & 6377146.6305 m
\centering$\eta^2$ & 1.0023452 & 1.0023452 & 1.0023452
\centering$V^2$ & 1.3688491 & 1.3688318 & 1.3688315
\centering$t$ & 0.0000002 & 0.0000002 & 0.0000002
\centering$f_1$ & 0.0000002 & 0.0000002 & 0.0000002
\centering$f_2$ & 0.0416667 & 0.0416667 & 0.0416667
\centering$f_3$ & 0.0399290 & 0.0399290 & 0.0399290
\centering$f_4$ & 0.0414712 & 0.0414712 & 0.0414712
\centering$f_5$ & -0.0002549 & -0.0002549 & -0.0002549
\centering$f_6$ & 0.0835288 & 0.0835288 & 0.0835288
\centering$f_7$ & 0.1251938 & 0.1251938 & 0.1251938
\hline
\multicolumn{4}{|c|}{Вспомогательные величины по формулам (\ref{ed:23})$-$ (\ref{ed:25})}
\hline
\centering$\Delta\alpha$ & 0.0055442 rad & 0.0056366 rad & 0.0056373 rad
\centering$\alpha$ & 0.3257907 rad & 0.3258369 rad & 0.3258373 rad
\centering$\alpha_2$ & 3.4701555 rad & 3.4702479 rad & 3.4702486 rad
\hline
\multicolumn{4}{|c|}{Долгота и широта рассчитанные по формулам (\ref{ed:26}) и (\ref{ed:27})}
\hline
\centering$\lambda_2$ & 0.4974179 rad & 0.4974188 rad & 0.4974188 rad
\centering$\phi_2$ & 0.9459686 rad & 0.9459685 rad & 0.9459684 rad
\hline
\end{tabular}

```

Рисунок 4 – Элемент кода таблицы

```

\documentclass[a4paper]{article}
\usepackage[14pt]{extsizes}
\usepackage{setspace,amsmath}
\usepackage{savesym}
\savesymbol{iint}
\usepackage{txfonts}
\restoresymbol{TXF}{iint}
\usepackage[left=20mm, top=20mm, right=20mm, bottom=20mm]{geometry}
\setlength{\parindent}{12,5mm}
\linespread{1.15}
\usepackage[russian]{babel}
\usepackage[T2A]{fontenc} % кодировка
\usepackage{fontspec}
\defaultfontfeatures{Ligatures={TeX}, Renderer=Basic}
\setmainfont[Ligatures={TeX,Historic}]{Times New Roman}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{lscapex}
\graphicspath{{pictures}}
\DeclareGraphicsExtensions{.pdf,.png,.jpg}

```

Рисунок 5 – Набор пакетов для работы

Выполним сравнение LaTeX с текстовым процессором Microsoft Word по удобству и эффективности. Наиболее интересное исследование на тему выявления характерных сильных и слабых сторон LaTeX и Word было проведено в Университете Гиссена. Там, на кафедре психологии и когнитивных наук 40

добровольцам было предложено написать научные статьи в Word и LaTeX, включающих в себя как сложный текст, так и математические формулы и таблицы. Результаты представлены на (Рис. 6 – 8)

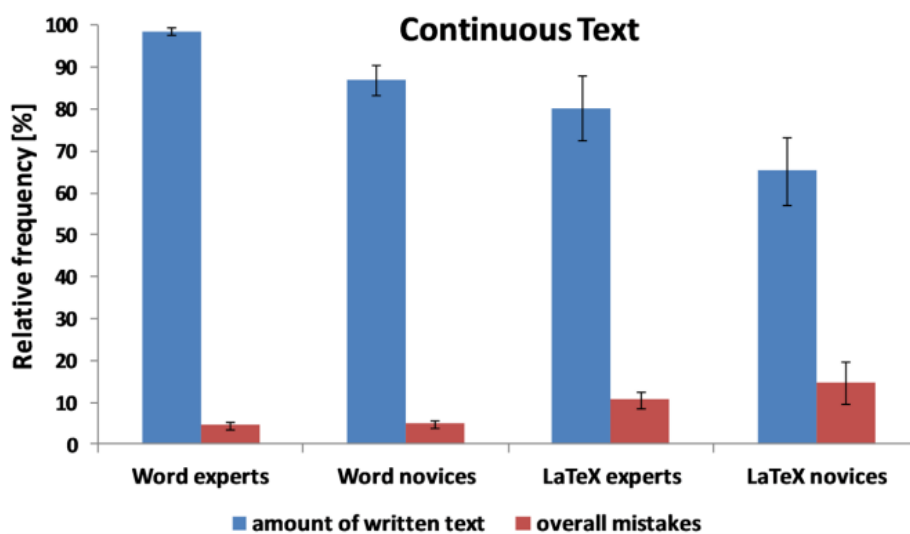


Рисунок 6 – Эффективность по количеству введенного текста

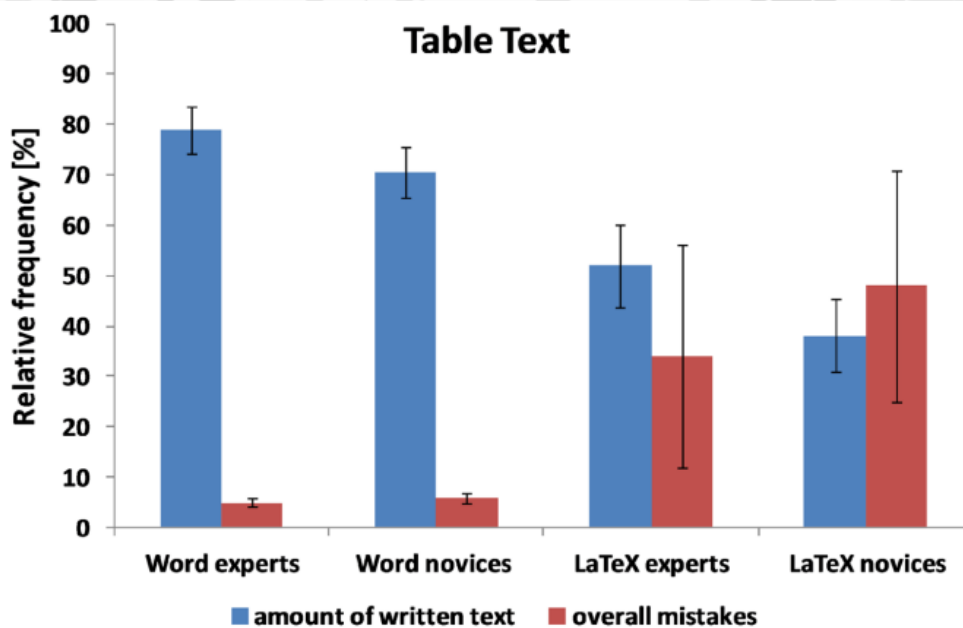


Рисунок 7 – Эффективность по количеству введенного текста с таблицами

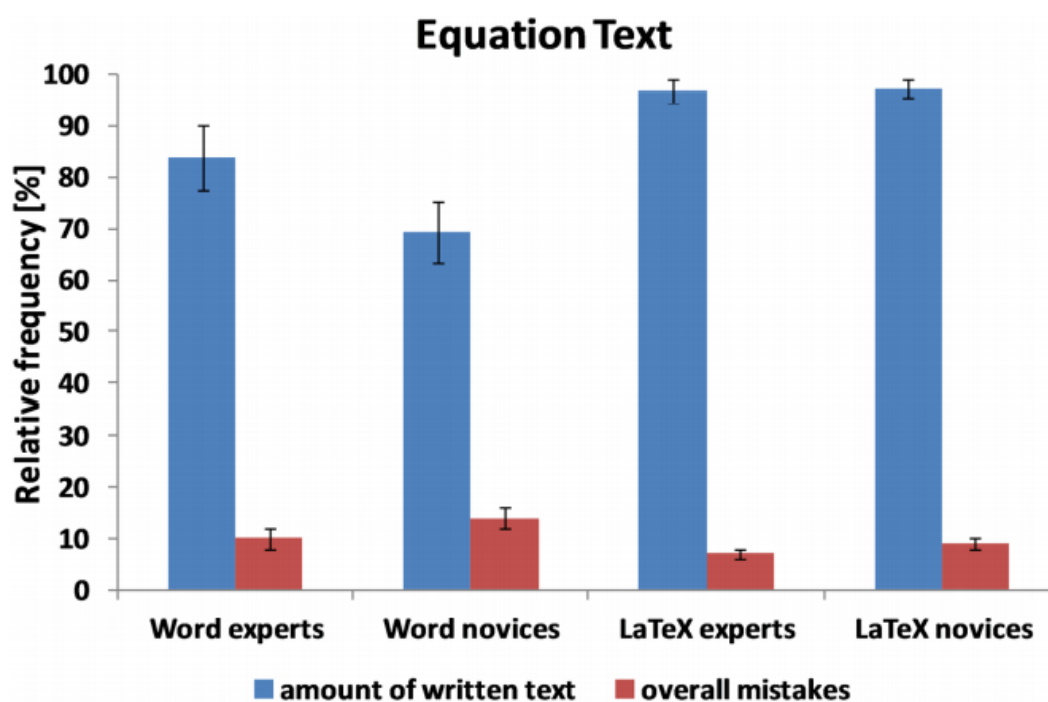


Рисунок 8 – Эффективность по количеству введенного текста с формулами

В результате выполненного сравнения были обнаружены интересные особенности. Хотя и выполненная работа в LaTeX оказалась менее результативной, но полученный, на выходе, документ имел более приятный внешний вид. Также эксперты и новички выполнявшие работы в MS Word были не довольны конечным результатом проделанной работы, но у тех, кто выполнял работы в компьютерной верстке LaTeX результат был обратный. Помимо всего прочего в ходе выполнения сравнения был обнаружен ряд достоинств и недостатков как в MS Word, так и в компьютерной верстке LaTeX. Приведем список достоинств и недостатков текстового редактора MS Word и LaTeX.

Достоинства MS Word:

1. Универсальность;
2. Удобный интерфейс;
3. Удобное управление и доступные к персонализации настройки;
4. Занимает мало места в памяти устройства.

Недостатки MS Word:

1. Высокая цена;
2. Несовместимость форматов различных версий;
3. Трудности и проблемы различий в интерфейсе;
4. Торможение (замедление) работоспособности при работе в документах с большим количеством формул.

Достоинства LaTeX:

1. Одновременное обучение и использование не поддерживается, что заставляет более серьезно подходить к процессу освоения техники;
2. Простота подготовки очень сложных документов;
3. Поддержка любых языков в рамках одного документа; строгий подход к оформлению удерживает пользователя в рамках полиграфических приличий;
4. Исключительно просто набираются математические формулы;
5. LaTeX предоставляет несколько стандартных стилей (книга, статья, доклад, деловое письмо), с помощью которых получаются документы очень высокого полиграфического качества;
6. Высокая переносимость — один и тот же результат на любой технике;
7. LaTeX является абсолютно бесплатной.

Недостатки LaTeX:

1. Навыки появляются и растут только в процессе осознанного обучения. Знание обменивается на личное время;
2. Серьезный подход даже к самому простому;
3. Требуется знания элементарных основ полиграфии;
4. Переносимость снижается при использовании растровой графики;
5. Создание новых стилей оформления – дело сложное и под силу лишь профессионалам.

Можно сделать вывод, что на данный момент не существует идеальной программы для работы с текстовыми документами. Это объясняется тем, что каждая программа имеет ряд своих достоинств и недостатков. Так же стоит учитывать для каких целей применяется тот или иной текстовый редактор.

В результате авторы имеют право самостоятельно разрабатывать документы, и каждый исследователь имеет свободу выбора программного обеспечения.

На LaTeX имеет смысл переходить если необходимо максимально качественно и презентабельно оформить работу, а также если есть время на изучение всех аспектов работы в нём.

Литература:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0115069>. – Дата доступа: 28.05.2021.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗГРАФКИ И НОМЕНКЛАТУРЫ В MS EXCEL

*Безуглов Никита Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Мысливчик Е.Ю., старший преподаватель)*

Разграфкой называется система деления местности на карты и планы.

Номенклатурой называется система нумерации листов карт и планов.

В картографической практике применяются следующие системы разграфки карт:

- по линиям картографической сетки меридианов и параллелей;
- по линиям прямоугольной координатной сетки;
- по вспомогательным линиям, параллельным среднему меридиану карты и линии перпендикулярной.

Наибольшее распространение в картографии получила разграфка карт по линиям меридианов и параллелей, поскольку в этом случае положение каждого листа карты на земной поверхности точно определено значениями географических координат углов рамки и положением ее линий. Такая система является универсальной, удобной для изображения любых территорий Земного шара, кроме полярных областей. Она применяется в России, США, Франции, Германии и многих других странах мира.

Зная номенклатуру карт и систему ее построения, можно определить масштаб карты и географические координаты углов рамки листа, то есть определить, к какой части земной поверхности относится данный лист карты. И, наоборот, зная масштаб листа карты и географические координаты углов его рамки, можно установить номенклатуру этого листа.

Целью данной работы является автоматизация процесса разграфки и номенклатуры топографических карт и планов.

Геодезические работы различного направления чаще всего начинаются со сбора материалов, изучения топографических карт прошлых лет. Поэтому я считаю, что разграфка и номенклатура остается до сих пор актуальным вопросом для более глубокого изучения с точки зрения автоматизации. Из процесса разграфки и номенклатуры можно сделать вывод о том, что процесс нахождения нужной рамки трапеции сводится к сравнению данных нам координат с границами, в которых лежит конкретная точка, то есть, чтобы автоматизировать процесс разграфки следует составить условие, которое будет сравнивать исходные координаты с углами трапеций.

Рассмотрим, как получается исходный лист карты масштаба 1:1 000 000, который понадобится для дальнейшей разграфки.

Номенклатура этой карты содержит в себе букву латинского алфавита, которая обозначает колонну, и число, которое дает нам номер пояса.

Номер пояса считается по стандартной формуле и не составляет сложности в автоматизации, но затруднение в необходимости правильно указать колонну, поэтому составляется двойное неравенство, где исходная широта должна быть строго больше левой границы и быть меньше или равна правой границы.

Таким образом, задача про разграфке и номенклатуре исходного листа карты масштаба 1:1 000 000 решена.

После следуют карты масштаба 1:500 000 и 1:200 000 и они не представляют особого интереса, так как они отображают огромную территорию и имеют допуск к пользованию, поэтому было принято решение листы карт вышеперечисленных масштабов реализовать в самом конце.

Затем следуют листы карт масштаба 1:100 000. Эти листы карты представляют особую сложность так в процессе разграфки мы делим карту на 144 части. Результат автоматизации представлен на рисунке 1.

N – 35 – 33						
	24°30'0"	25°30'0"	26°30'0"	27°30'0"	28°30'0"	29°30'0"
24°0'0"						
25°0'0"						
26°0'0"						
27°0'0"						
28°0'0"						
29°0'0"						
30°0'0"						
56°0'0"						
55°40'0"	-	-	-	-	-	-
55°20'0"	-	-	-	-	-	-
55°0'0"	-	-	-	-	33	-
54°40'0"	-	-	-	-	-	-
54°20'0"	-	-	-	-	-	-
54°0'0"	-	-	-	-	-	-
53°40'0"	-	-	-	-	-	-
53°20'0"	-	-	-	-	-	-
53°0'0"	-	-	-	-	-	-
52°40'0"	-	-	-	-	-	-
52°20'0"	-	-	-	-	-	-
52°0'0"	-	-	-	-	-	-

M 1:100 000

Рисунок 1 – Лист карты масштаба 1:100 000

В случае нахождения листа карты масштаба 1:100 000 необходимо внимательно отнестись как к широте, так и к долготе. При составлении условия для широты необходимо обратить внимание на то, что мы должны сослаться на номер колонны, в которой лежит лист карты масштаба 1:1 000 000, а при составлении условия для долготы сравниваем исходную долготу с интервалом, в котором может находиться наша точка.

Для контроля и наглядности было принято решение отобразить границы листа карты и вывод на экран номера в соответствующей ячейке.

Чтобы решить задачу автоматизации нахождения номенклатуры листа карты масштаба 1:50 000 нужно подумать о том, как показать нужный лист карты масштаба 1:100 000, который предстоит делить. Для широты необходимо определить нижнюю границу листа карты масштаба 1:100 000 путем составления нестрого неравенства, где сравним данную широту с широтой нижней границы, в случае выполнения неравенства мы укажем широту меньшую на 20'.

Для решения задачи долготы нужно создать условие из двойного неравенства, в котором левая часть должна быть строгой, а правая часть – нестрогая, в случае выполнения неравенства мы указываем число, которое строго меньше данного. Такой подход определен с целью минимизации возникновения ошибки, а в случае появления, быстрого нахождения и исправления её. Результат автоматизации представлен на рисунке 2.

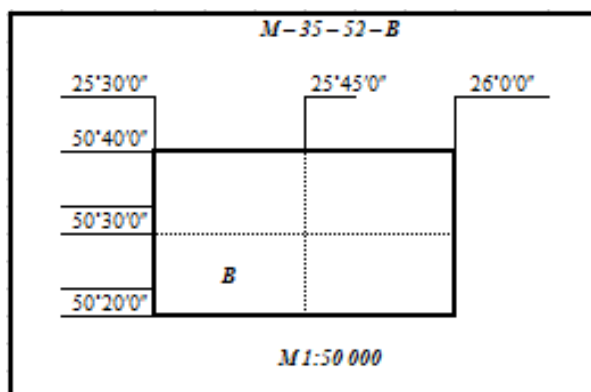


Рисунок 2 – Лист карты масштаба 1:50 000

Далее следует разграфка листов карт масштабов 1:25 000 и 1:10 000. Задача по автоматизации здесь однообразна, то есть если решим задачу для масштаба 1:25 000, то каких-либо трудностей не возникнет для разграфки и номенклатуры листов карты масштаба 1:10 000. Для широты используем двойное неравенство, в котором указываем как левую часть нижнюю границу листа карты масштаба 1:50 000, а верхнюю границу среднее значение между верхней и нижней границами широты рамки карты масштаба 1:100 000.

Для долготы используем двойное неравенство. В котором указываем в левой части границу левого угла рамки листа карты масштаба 1:50 000 и в качестве правой границы – среднее значение между верхней и нижней границами долготы рамки карты масштаба 1:100 000. Результат автоматизации разграфки и номенклатуры листов карт масштабов 1:25 000 и 1:10 000 на рисунке 3 и 4 соответственно.

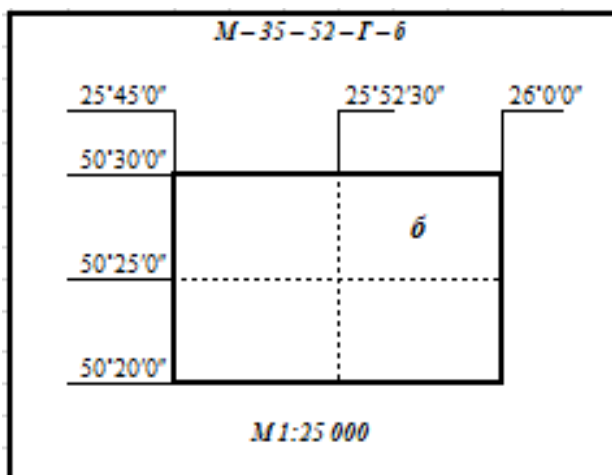


Рисунок 3 – Лист карты масштаба 1:25 000

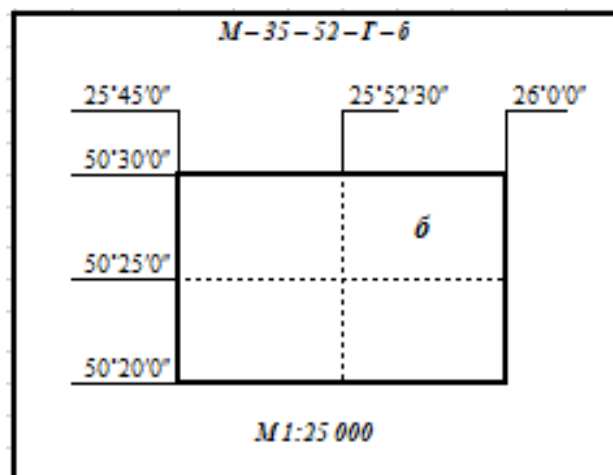


Рисунок 4 – Лист карты масштаба 1:10 000

Разграфка планов находится в процессе разработки. В последующем времени будет автоматизирована разграфка и номенклатура плана масштаба 1:5000 после, остальные крупномасштабные планы, включая разграфку и номенклатуру планов масштабов 1:500.

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И СЪЕМКИ С БПЛА

*Горидовец Елена Владимировна, студентка 5-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Рак И.Е., канд. техн. наук, доцент)*

Космическая съемка выполняется с помощью спутника. Он движется по заданной орбите, что, как следствие, ограничивает его маневренность по сравнению с самолетами и беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). При космической съёмке применяют сканерные стереоскопические системы.

Аэрофотосъемка выполняется с помощью аэрофотоаппарата, который установлен на летательном аппарате. По принципу построения изображения во время аэрофотосъемки можно разделить на кадровые и сканерные. Для обработки данных аэросъемки использовались снимки, полученные с помощью аэрофотоаппарата, который относится к кадровым системам.

Технология обработки сырых данных космической съемки и съемки с БПЛА имеет существенные различия. Все изображения обрабатывались в цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD.

Обработка изображений, полученных в результате аэросъемки, состоит из нескольких этапов:

- внутреннее ориентирование аэроснимков;
- составление накидного монтажа;
- внешнее ориентирование аэроснимков;
- построение фототриангуляции;
- уравнивание блока изображений.

Для уравнивания аэросъемки в качестве метода начального приближения использовался метод «по схеме блока», а метод уравнивания – метод связок. Использование двух методов одновременно помогает обнаружить грубые ошибки на этапе начального приближения, а на следующем окончательно уравнивать блок изображений.

Обработка космической съемки состоит из:

- импорта опорных точек, идентификации и измерения;
- этапа уравнивания.

Снимки спутника обрабатываются методом RPC – алгоритм, который использует информацию, содержащуюся в метаданных изображений, о

коэффициентах, которые устанавливают зависимость пикселей изображения и точек на местности.

Результатом обработки сырых данных является уравненный блок изображений. На его основе получают стереомодель, цифровую модель рельефа, монтаж ортофотоплана.

Параметры аэрофотосъемки, полученной с БПЛА и космической съемки находятся в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры аэрофотосъемки и космической съемки

	Разрешение камеры	Высота съемки	Количество каналов	Точность геопривязки	Пространственное разрешение
АФС	4752 x 3168 пикс	0,6 км	BGR	до 1 пикс	3-5 см
КС	6739 x 7917 пикс	681 км	BGRN	1-2 пикс	0,03-0,5 м

Если сравнивать процессы уравнивания данных, то очевидно, что космическая съемка обрабатывается быстрее и проще для исполнителя, так как все процессы уравнивания автоматизированы.

В аэрофотосъемке с помощью БПЛА возникает необходимость ручного нанесения связующих точек, что объясняется нестабильностью полета летательного аппарата. Так же процесс обработки изображений более расчленен, чем процесс космической съемки.

Тем не менее обе съемки эффективны и обладают достаточной точностью для решения поставленных для них задач.

Литература:

1. Михайлов А. П. Фотограмметрия: учеб. пособие / А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев. – Москва: МИИГАиК, 2016. – 294 с.
2. Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия: методическое пособие / Б.В. Краснопевцев, В.М. Курков – Москва: МИИГАиК, 2012. – 74 с.
3. Сечин А.Ю. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования [Электронный ресурс] / А.Ю. Сечин, М.А. Дракин, А.С. Киселева // Ракурс. – Режим доступа: <https://racurs.ru/press-center/articles>. – Дата доступа: 10.04.2021.

Секция 4

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГИДРОФОБНЫМ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМ СОСТАВОМ

*Абрамчик Дмитрий Станиславович, студент 5-го курса
кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»
(Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)*

Аннотация:

В данном докладе рассмотрен технологический процесс обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог гидрофобным профилактическим составом (далее – ГПС), включающий работы подготовительного и основного периода. Приведен порядок определения нормы расхода ГПС.

Текст доклада:

Для решения задачи по созданию на поверхности, а также в трещинах и порах асфальтобетонных покрытий защитного водоотталкивающего слоя, направленного на снижение водонасыщение материала покрытия, а также повышение коэффициента сцепления был разработан ГПС [1], состоящий из отходов от переработки нефтепродуктов (шлам от очистки резервуаров ОАО «Мозырский НПЗ»), минерального наполнителя и растворителя (керосин ГОСТ 18499-73), одновременно с этим состав дополнительно может содержать гидрофобизатор [2].

Работы по нанесению ГПС на поверхность асфальтобетонного покрытия состоят из двух этапов подготовительного и основного периода [3]. В состав подготовительного периода входят следующие работы:

– обследование участка дороги, подлежащего обработке, в ходе которого фиксируют дефекты покрытия, определяют виды и объемы работ по их устранению;

– определяют водонасыщение покрытия по результатам испытания кернов (вырубок) не менее чем в 3 точках на 7000 м²;

– выполняют ямочный ремонт, исправление кромок и устранение других повреждений асфальтобетонного покрытия.

До начала работ основного периода по распределению ГПС вышеуказанные работы должны быть полностью завершены и приняты.

Работы основного периода (нанесение ГПС) выполняют в два этапа. На первом этапе осуществляют:

- установку технических средств организации движения;
- очистку покрытия от пыли и грязи (если требуется промывка покрытия, она должна быть завершена не позднее, чем за 24 часа до начала нанесения);
- снятие технических средств организации движения;

На втором этапе осуществляют:

- установку технических средств организации движения;
- распределение ГПС;
- перестановку, снятие технических средств организации движения.

Работы должны выполняться на закрытых для движения полосах в сухую погоду при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

ГПС с низкой кинематической вязкостью (до $70 \text{ мм}^2/\text{с}$) распределяют с помощью обычных, используемых для подгрунтовки автогудронаторов, прицепных гудронаторов, машин, используемых для устройства поверхностной обработки, оборудования для ямочного ремонта струйно-инъекционным способом. Кинематическую вязкость определяют в соответствии с ГОСТ 32060-2013. Как правило, такую вязкость имеют материалы, не содержащие в своем составе минеральный наполнитель. При нанесении ГПС гудронатор должен двигаться равномерно со скоростью $5\text{--}8 \text{ км/ч}$ (рисунок 1). Перед началом работ необходимо определить и зафиксировать высоту распределительных форсунок.



Рисунок 1 – Нанесение ГПС с низкой вязкостью с помощью автогудронатора

Распределение ГПС с кинематической вязкостью более $70 \text{ мм}^2/\text{с}$ должно выполняться специально подготовленным распределителем (рисунок 2) или вручную (рисунок 3). Начальную и конечную границу участка распределения необходимо намечать сигнальными флажками, устанавливаемыми на обочине. Вслед за распределением ГПС, при необходимости, исправляют дефектные места вручную.



Рисунок 2 – Общий вид распределителя ГПС

1 – емкость (бочка) с пропиточным составом; 2 – электрогенератор с компрессором;
3 – распределительное сопло; 4 – разглаживающая рейка

В случае ручного нанесения ГПС распределяется по покрытию с помощью специальных гладилок или щеток (рисунок 3).



Рисунок 3 – Распределение ГПС вручную

Движение можно открывать после высыхания ГПС и достижения требуемого коэффициента сцепления колеса автомобиля с поверхностью покрытия. Время открытия движения зависит от погодных условий в момент производства работ и количества распределяемого материала.

Расход ГПС на 1 м² обрабатываемой поверхности назначается в зависимости от состояния покрытия. Норма расхода при обработке асфальтобетона должна быть в пределах от 0,3 до 1,2 кг/м². Норма расхода может выходить за указанные пределы ввиду особенностей покрытия. Норма расхода увеличивается при повышении пористости и шероховатости покрытия. Перед началом проведения работ необходимо опытным путем определить минимально необходимую норму расхода. Для этого на месте производства работ отмечается контрольный участок площадью не менее 1 м². Затем на выбранный участок из мерной емкости распределяется ГПС до тех пор, пока поверхность участка не будет покрыта равномерной пленкой.

Представленный в докладе анализ технологического процесса обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог ГПС позволяет оценить состав и порядок производства работ данного процесса, анализ определения нормы расхода ГПС позволяет оптимизировать количество затраченного

материала. В совокупности эти два параметра позволяют более детально оценить затраты на выполнение профилактической обработки асфальтобетонного покрытия.

Литература:

1. Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: заявка Респ. Беларусь № а 20180114, МПК 7E01C14/24 / Д.И. Бочкарев, В.В. Петрусевич; заявитель Д.И. Бочкарев, В.В. Петрусевич – № а 20180114; заявл. 23.03.2018.
2. Бочкарев, Д.И. Исследование влияния профилактической обработки на эксплуатационные и физико-механические свойства материалов автодорожных покрытий / Д.И. Бочкарев, В.В. Петрусевич // Горная механика и машиностроение. – 2018. – № 2. – С. 82-88.
3. Состав гидрофобный профилактический ПРОТЕКТ-01 : Технические условия ТУ ВУ 192670194.002-2019. – Введ. 03.10.2019 – Гомель : Беларус. гос. ун-т трансп. – 2019. – 29 с.

КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ЕГО УСТРАНЕНИЯ

Гапеев Станислав Геннадьевич, студент 5-го курса

кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»

(Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)

Аннотация:

Рассматривается механизированный метод ремонта колееобразования на лесных дорогах после прохождения современной лесной техники. Внедрение данного метода позволит снизить себестоимость работ при текущем обслуживании дорог и повысит производительность в лесной промышленности.

Текст доклада:

В Беларуси, по данным Минскоблдорстроя, находятся десятки тысяч километров грунтовых дорог, большая часть из них – лесные. Под воздействием колес современной лесной техники: харвестеров и форвардеров на дорогах образуются глубокие колеи, что в первую очередь сказывается на снижении проезжаемости по ним, и как следствие, снижение производительности в лесной промышленности.

Зарубежный опыт показывает успешное применение для ремонта грунтовых дорог малогабаритного прицепного скрепера. Наиболее подходящей моделью для данного вида работ является прицепной скрепер упрощенной конструкции голландской фирмы АП Машинбоув. Объем перевозимого грунта 6 м³ (рисунок 1). Рабочая ширина ножа 2,3 метра, вес 2 тонны, агрегируется трактором мощностью 80-120 л.с [1].



Рисунок 1 – Скрепер фирмы Mashinebouw

Габариты машины и ее возможности идеально подходят для целей содержания грунтовых лесных дорог и засыпки колей, позволяя значительно снизить себестоимость ремонта дорог за счет сокращения числа задействованной

техники и персонала (один человек и одна машина делают всю работу). Эта машина одна способна выполнять все основные операции и заменяет фронтальный погрузчик (погрузка грунта для подсыпки дорог и транспортировка грунта к нужному месту), бульдозер (разравнивание грунта на месте его выгрузки и окончательная планировка).

Преимуществом является совмещение операций, небольшие затраты на ремонт дорог за счет сокращения холостого пробега машины, единиц задействованной техники и персонала. Главным недостатком является отсутствие белорусского аналога. Сегодня один такой скрепер успешно эксплуатируется в ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз», и с целью импортозамещения был проведен тяговый расчет скрепера по известной методике [2]. В качестве базовой машины применялся трактор МТЗ – 1221.

Сила сопротивления движению скрепера при копании грунта - величина переменная, она достигает максимального значения на заключительной стадии заполнения ковша. Этот момент, как наибольший, принимают за расчетный. Потребное для работы тяговое усилие расходуется на преодоление сопротивления грунта резанию, сопротивления перемещения груженого скрепера, от сопротивления перемещения призмы волочения и сопротивления, возникающего при заполнении ковша.

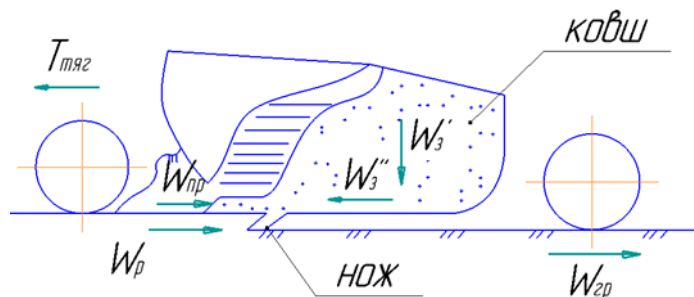


Рисунок 2 – Схема сопротивлений, действующих на прицепной скрепер

Основная задача тягового расчета скрепера заключается в определении силы и мощности тяги для преодоления сопротивлений при заданной вместимости ковша.

Суммарное сопротивление при работе скрепера должно быть преодолено силой тяги базовой машины

$$\Sigma W \leq T_d$$

где T_d - сила тяги по двигателю базовой машины, определяемая по формуле [2]:

$$T_d = \frac{N \cdot \eta}{v}$$

где N – мощность двигателя;

η - к. п. д. трансмиссии;

v - скорость перемещения машины во время копания $v = 2,5 \dots 3$ км/ч.

Наибольшее сопротивление движению скрепера возникает в конце процесса наполнения и в соответствии с методикой Е.Р. Петерса определяется по формуле:

$$\Sigma W = W_{гр} + W_p + W_3 + W_{пр}$$

где - $W_{гр}$ - сопротивление перемещению груженого скрепера;

W_p - сопротивление резанию;

W_3 - сопротивление наполнению;

$W_{пр}$ - сопротивление перемещению призмы волочения

$$\Sigma W = W_{гр} + W_p + W_3 + W_{пр} = 13,9 + 11,25 + 2,25 + 22,6 + 12,45 = 64,7 \text{ кН}$$

$$T_d = \frac{N \cdot \eta}{v} = 96 \cdot \frac{0,75}{3} = 72,2 \text{ кН}$$

$$64,7 \leq 72,2$$

Таким образом, условие тягового расчета выполняется, следовательно отечественный трактор имеет достаточную силу тяги для работы скрепера с принятыми параметрами.

Литература:

1. Machine construction/ Earth moving/ AP Scrapers. Product catalogue. Ruten, 2011.2 с.
2. Холодов А.М., Ничке В.В., Назаров Л.В. Землеройно-транспортные машины/ А.М. Холодов. Харьков: Высш. шк. Изд-во Харьк. ун-та, 1982. - 192 с.

ШРЕДЕРЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТКО

Дадацкий Анатолий Сергеевич, студент 1-го курса

кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»

(Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)

Шредер – это низкооборотный измельчитель, чаще с гидравлической пресс-плитой (подпрессовщиком) для дробления отходов большой толщины и высоким сопротивлением к измельчению: гофрокартон, отходы древесины, деревянные ящики и поддоны, различные виды пластмасс, объемные полимерные емкости, пластиковые трубы, автомобильные шины.

Материал для измельчения подается в загрузочный бункер шредера. Загрузка материала может осуществляться вручную или механически, с помощью наклонного конвейера или погрузчика. Гидравлическая пресс-плита (подпрессовщик) возвратно-поступательным движением прижимает поступающий материал к вращающемуся ротору, с установленными на нем ножами, которые и осуществляют измельчение. Сила давления гидравлической пресс-плиты регулируется автоматически. При предельном давлении на режущий вал шредера пресс-плита автоматически прекращает подачу материала и возвращается в исходное положение.

Процесс измельчения продолжается до тех пор, пока частицы измельчаемого материала не смогут пройти сквозь ячейки фракционного сита, установленного под ротором шредера.

Размер фракции конечного материала зависит от диаметра ячейки фракционного сита. Роторы шредеров изготавливают гладкими и профилированными, с покрытием из износостойких сплавов.

При измельчении твердых, абразивных или легконагревающихся материалов профилированный ротор более равномерно распределяет, появляющееся тепло от трения, по всей площади ротора, что исключает его перегрев или слипание сырья и намотку на ротор.

Широкое применение нашли одновальные, двухвальные и четырехвальные шредеры.

Двухвальный шредер благодаря высокому крутящему моменту позволяет измельчать практически любые отходы.

Четырехвальные шредеры способны измельчать любые виды отходов: ТКО, крупногабаритные отходы (КГО), полимерные отходы разной твердости и толщины, бумагу, картон, дерево, отходы кожевенного и текстильного

производства, автомобильные покрышки, резинотехнические отходы, асфальт. В четырехвальном шредере два вала основные и два вспомогательные. Вспомогательные валы оснащаются специальными остроугольными режущими дисками и ножами крюкообразной формы.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дашко А.Л., аспирант кафедры

«Механизации и автоматизации дорожно-строительного комплекса».

Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)

Основными рабочими единицами дорожного строительства являются комплекты и комплексы машин, которые составляют машинные парки дорожно-строительных организаций. Эффективность их использования известна и широко применяется при строительстве автомобильных дорог высших технических категорий. Работая в условиях стесненного финансирования, местным и внутрихозяйственным дорогам отводится второстепенное значение, что сказывается на результативности использования парков машин в процессе строительного производства.

Для изучения возможностей оптимизации таких комплектов и комплексов машин необходимо изучить среду их использования.

В современных условиях развития хозяйств в сельской местности перевозкам грузов и пассажиров по автомобильным дорогам всегда придавалось большое значение. Однако транспортно-эксплуатационное состояние внутрихозяйственных дорог не в полной мере удовлетворяет потребностям хозяйств в автомобильных перевозках. Содержание таких дорог в надлежащем состоянии – сложный процесс, требующий немалых затрат труда, денежных и материальных средств. Чтобы эти работы выполнялись своевременно, качественно и с наименьшими затратами, необходимы хорошо налаженная система дорожного строительства и служб эксплуатации.

Сеть внутрихозяйственных дорог должна отвечать требованиям принятой технологии и организации работ конкретного хозяйства [2].

Общие требования, предъявляемые к автомобильным дорогам, сводятся к обеспечению безопасности движения с необходимой скоростью на всем их протяжении, включая подъемы, спуски, повороты, независимо от времени года и погодных условий. При проектировании внутрихозяйственных дорог большое внимание следует уделять их экономичности (минимум затрат на строительство и эксплуатацию, снижение себестоимости перевозок и т. д.) при соблюдении высоких технических показателей.

Сеть благоустроенных внутрихозяйственных дорог имеет чрезвычайно важное не только экономическое, но и социальное значение. Хорошая дорога

способствует целесообразному размещению и укрупнению сельских населенных пунктов, приближая условия жизни сельских жителей к городским, что позволяет лучше организовать бытовое обслуживание населения и доставку сельских жителей к месту работы в экономически оправданные сроки. Кроме того, ухоженные (благоустроенные) дороги будут способствовать подъему интереса туристических баз и заповедников у туристических потоков. Улучшение внутрихозяйственных дорог — важный фактор интенсификации производства, улучшения уровня жизни сельского населения и туристической привлекательности региона.

В проектах внутрихозяйственного землеустройства большинства хозяйств, предприятий и туристических баз обоснованно определены расположения всех дорог, соединяющих современные крупные предприятия с районными центрами и центральными усадьбами, заповедниками, туристическими базами и др.

На рис. 1 приведена типичная схема размещения дорог в сельскохозяйственном районе, где на сеть местных и внутрихозяйственных дорог обычно приходится основная доля перевозок.

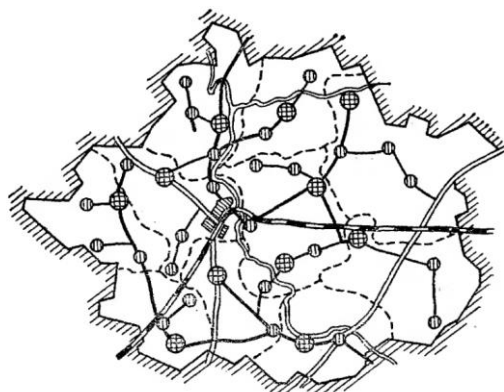


Рисунок 1 – Схема размещения дорог в сельскохозяйственном районе

1 – граница хозяйства; 2 – районный центр; 3 – центральный поселок хозяйства; 4 – поселок производственного участка; 5 – железная дорога; 6 – автомобильная дорога областного значения; 7 – дорога районного значения; 8 – внутрихозяйственные дороги

Протяженность грунтовых автомобильных дорог возросла за счет принятия в сеть местных автомобильных дорог сельскохозяйственных дорог и подъездов к садоводческим кооперативам и составила 11 542 км (11 435 км на 1 января 2020 г.), или 16,3 % (рис. 2).

Протяженность местных автомобильных дорог, требующих ремонта, составляет более 21 тыс. километров (более 30 %). С ограничением несущей способности дорожного покрытия до 6 т на ось эксплуатируется 60,6 тыс. км местных автомобильных дорог (85,4 %).

Из рис. 3 и 4 видно, что по сравнению с 2008 г. в 1,6 раза сократилась протяженность капитально отремонтированных в 2016 г. местных и

внутрихозяйственных автомобильных дорог и в 2,1 раза протяженность дорог, на которых осуществлен текущий ремонт. Вследствие ограниченного финансирования 94% местных внутрихозяйственных автомобильных дорог эксплуатируется с превышением межремонтных сроков.

В ряде районов еще значительны потери от бездорожья, чтобы сократить их, в последние годы намечены действенные меры по ускорению темпов ремонта и содержания местных дорог. Эта задача имеет и большое социально-экономическое значение, так как в результате бездорожья во многих хозяйствах и на предприятиях наблюдается большая текучесть кадров и сокращается количество туристов в заповедники и туристические базы.

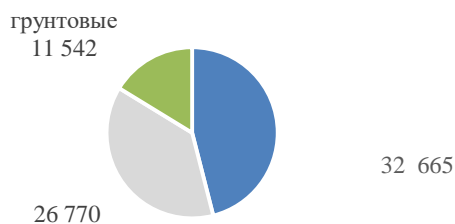


Рисунок 2 – Протяженность сети местных автомобильных дорог

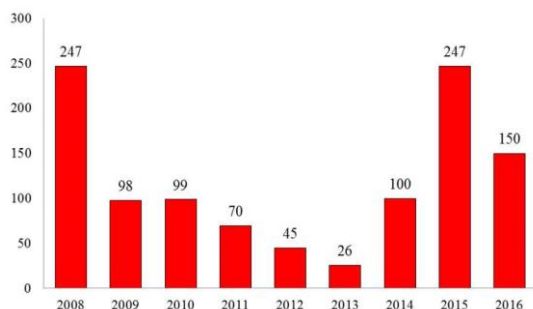


Рисунок 3 – Протяженность капитально отремонтированных местных и внутрихозяйственных автомобильных дорог в 2008 – 2016 гг. (в километрах)

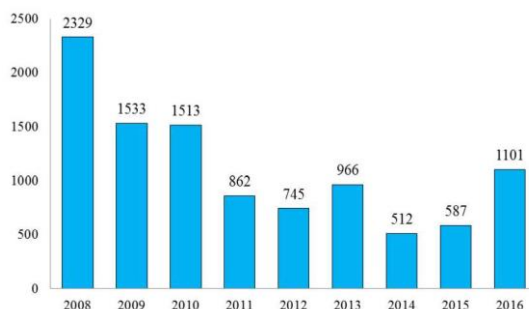


Рисунок 4 – Протяженность отремонтированных местных и внутрихозяйственных автомобильных (в километрах) в 2008 – 2016 гг. (в километрах)

В засушливое время года на грунтовых и гравийных дорогах образуется пыль, возникающая при движении машин. По грунтовым дорогам затруднен проезд в дождливую погоду, а также весной и осенью. Из-за бездорожья хозяйства вынуждены в осенне-весенний период перевозить грузы с помощью тракторов, что снижает скорость перевозок и невыгодно экономически. В зимний же период проезд значительно ухудшается из-за снежных заносов. Транспортная нагрузка вызывает напряжения в дорожном покрытии в пределах 0,5–1,4 МПа, что существенно выше прочности грунтов, из которых отсыпано

земляное полотно дороги. В результате на грунтовой дороге появляются пластические деформации в виде волн, гребенки, колеи

Особенности внутрихозяйственных дорог изучены еще недостаточно. В результате в ряде случаев вновь построенные дороги уже в первые годы эксплуатации разрушаются и перестают удовлетворять требования движения по ним транспорта.

В то же время дорожная одежда внутрихозяйственных дорог должна соответствовать общим требованиям, предъявляемым к внутрихозяйственной дороге и обеспечивать расчетную скорость, безопасность и комфортабельность движения транспортных средств в любое время года, прочность, долговечность и устойчивость к воздействию атмосферных факторов (температуры, влажности и т.д.), ровность покрытия, шероховатость – для хорошего сцепления с шинами, низкая стоимость строительства, возможность использования местных дорожно-строительных материалов, а также устройства, ремонта и содержания механизированным способом, отсутствие пыления, возможность легко удалять пыль и грязь с поверхности, бесшумное движение и др. Это достигается обоснованным выбором и проектированием дорожной одежды и покрытия проезжей части, укрепленных и разделительных полос.

Внутрихозяйственные дороги относятся к VI-а и VI-б. К основным видам покрытий для таких дорог относят щебеночные, гравийные, из асфальтогранулята, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных органическими и неорганическими вяжущими, из гравийно-эмульсионных смесей, а также из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами, отходами производства и строительства. На последние (отходы производства и строительства) обращается особое внимание как более дешевые и перспективные виды материалов для дорожных покрытий внутрихозяйственных дорог. Из отходов строительства путем переработки можно получать щебень и асфальтогранулят, которые целесообразно использовать при устройстве твердых покрытий внутрихозяйственных дорог.

Для повышения эффективности строительства и эксплуатации местных внутрихозяйственных дорог необходимо:

- стремиться к уменьшению затрат на строительство и эксплуатацию внутрихозяйственных дорог силами хозяйств и предприятий, а также с использованием более дешевых и перспективных материалов;
- обеспечить высокое качество строительства и эксплуатации внутрихозяйственных дорог;

- разработать многофункциональный комплект машин с набором технологического оборудования для строительства и эксплуатации внутрихозяйственных дорог.

Литература:

1. Государственная программа по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2017 – 2020 годы [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 18 сентября 2017 г., № 699 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21700699> Дата доступа: 25.10.2020.
2. Славущкий, А. К. Сельскохозяйственные дороги и площадки : учеб. / А. К. Славущкий, В. П. Носов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва .: Агропромиздат, 1986. 447 с.
3. Дороги местного значения : учеб. / Г. А. Кузнецов [и др.] ; под ред. Г.А. Кузнецова. – Москва : Агропромиздат, 1986. 351 с.
4. Бабаскин Ю. Г. Технология дорожного строительства : учеб. пособие / Ю. Г. Бабаскин, И. Н. Вербило. – Минск : БНТУ, 2003. 202 с.
5. Автомобильные дороги низших категорий. Правила проектирования : ТКП 45-3.03-96-2008 (02250). – Введ. 01.11.2008. – Минск : Государственное предприятие "Белгипродор", 2008. 28 с.
6. Автомобильные дороги. Нормы проектирования : ТКП 45-3.03-19-2006 (02250). – Введ. 01.07.2006. – Минск : Государственное предприятие "Белгипродор", г.Минск, 2006. 68 с.
7. Вавилов А. В., Бугрим К. В. Совершенствование технических средств для проведения текущего ремонта автодорог // Проблемы повышения качества и ресурсосбережения в дорожной отрасли: междунар. науч.-техн конф., Минск, 30–31 мая 2013 г. Минск, 2013. С. 39–42.

О ПРИМЕНЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОЛЕЙ

Лазницкий Михаил Олегович, студент 5-го курса,

Чечелев Илья Дмитриевич, студент 4-го курса,

Короткевич Андрей Леонидович, магистрант

кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»

(Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)

Как известно, неровный рельеф на сельскохозяйственных полях приводит к недобору урожая. Это связано с тем, что в низких местах скапливаются осадки в виде дождя, что приводит к вымоканию посевов, а на высоких местах влага быстро испаряется и ее не хватает для нормального роста и развития растений.

Для устранения таких недостатков и выравнивания полей в Советском Союзе выпускались длиннобазовые планировщики, которыми оснащались мелиоративные организации Беларуси. Однако к настоящему времени таких машин практически не осталось, а проблема существует.

Нами предлагается заменить отсутствующую мелиоративную технику – дорожно-строительной.

Для снятия плодородного слоя почвы, перед перемещением грунта с высоких мест в низкие, предлагается применять бульдозеры (Рис. 1).

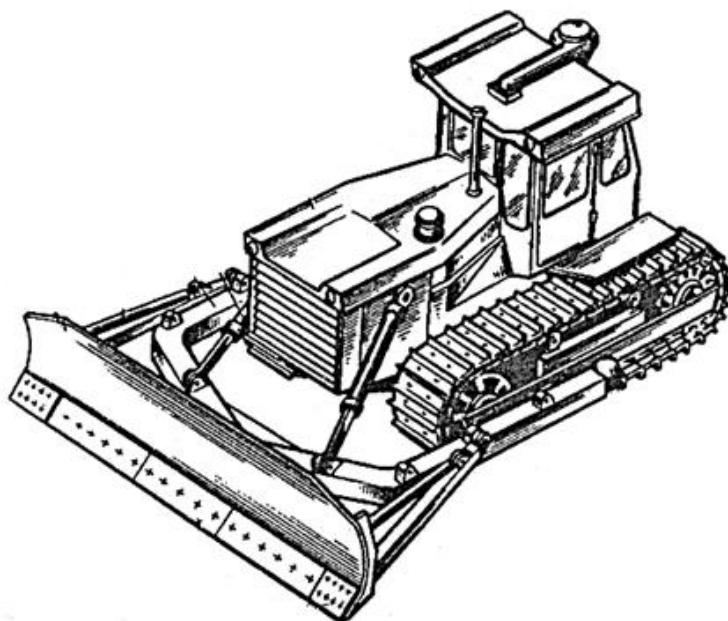


Рисунок 1 – Бульдозер

Если требуется большие объёмы грунта перемещать на расстояние нескольких сот метров предлагаем использовать скреперы (Рис. 2).

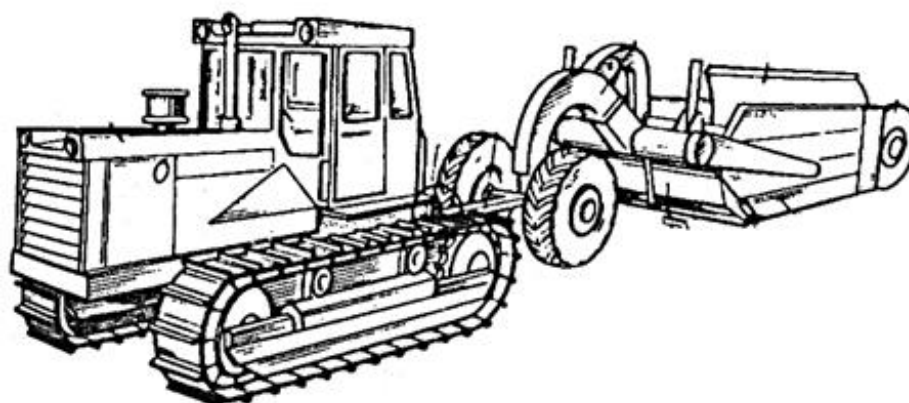


Рисунок 2 – Скрепер

Окончательное выравнивание полей и равномерное распределение после этого ранее снятого плодородного слоя почвы, рекомендуем применять автогрейдеры (Рис. 3).

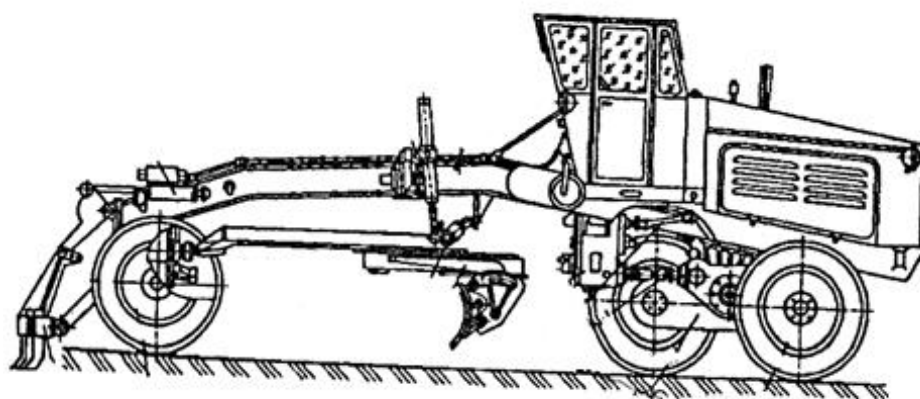


Рисунок 3 – Автогрейдер

Все эти машины имеются в каждом административном районе республики в дорожных и строительных организациях.

ПРИВОД ПАССАЖИРСКИХ КАБИН НА СТАНЦИЯХ ПОДВЕСНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ

*Игнатович Никита Сергеевич, студент 3-курса кафедры
«Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»
(Научный руководитель – Шавель А.А., доцент)*

В статьях [1,2] выполнен анализ существующих канатных дорог, рассмотрены их преимущества и недостатки.

Анализ показан. Что подвесные канатные дороги являются надежным и экономичным видом транспорта. Среди других видов транспорта они характеризуются наименьшей зависимостью от рельефа местности. Они находят применение как в гористой, так и на равнинных местностях на расстояниях доходящее до сотен километров. За последние годы во многих развитых странах мира усилилось внимание к канатно-подвесному транспорту.

К наиболее простым по конструктивному исполнению можно отнести одноканатную подвесную канатную дорогу с кольцевым движением, характерной особенностью которой является то, что функции несущего и тягового элемента выполняет несущее-тяговый канат, замкнутый в кольцо. Кабины с пассажирами подвешены к непрерывно движущемуся несущее-тяговому канату и перемещаются вместе с ним.

Подвесная канатная дорога содержит станции, тяговый канат, который на обоих конечных станциях дороги направляется соответствующим оборотным шкивом, и с присоединением к канату пассажирскими кабинами, выполнены с зажимным устройством и с ходовой частью. Вдоль трассы кабины присоединены к тяговому канату, а при въезде на станции отсоединяются от тягового каната и с помощью ходовой части направляются через станции по направляющим рельсовым путям рядом с тяговым канатом, см. рис.1.

Привод [3] кабины 2 осуществляется через пути группы управляющих роликов, а именно через группу тормозных роликов 4, группу рабочих роликов 5 и группу ускорительных роликов 6. Кабины 2 после отсоединения от тягового каната тормозятся тормозными роликами 4 до скорости, при которой пассажиры могут с удобством выходить и входить в кабины 2. Вход осуществляется в зоне с рабочими роликами 5, вращающихся с постоянной медленной скоростью. Затем кабины 2 ускоряются ускорительными роликами 6 до скорости движения тягового каната и затем соединяются с ним зажимными устройствами.

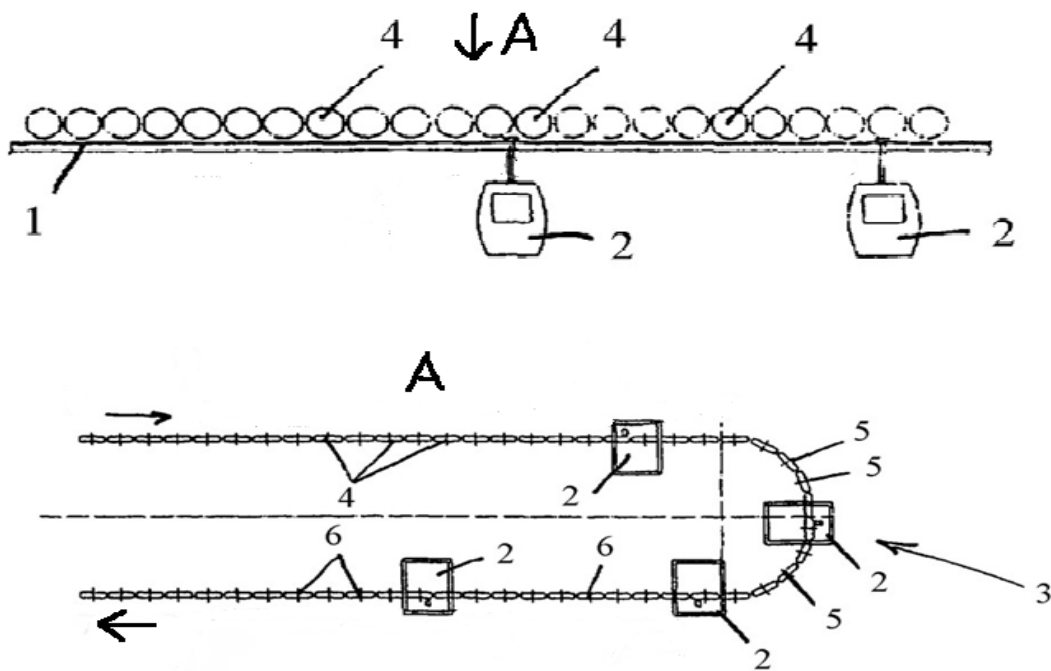


Рисунок 1 – Станция канатной дороги:
 1-направляющий рельсовый путь; 2-кабина; 3-станция;
 4-тормозные колеса; 5-рабочие колеса; 6-ускорительные колеса

Привод управляющих роликов осуществляется за счет тягового каната, см. рис.2.

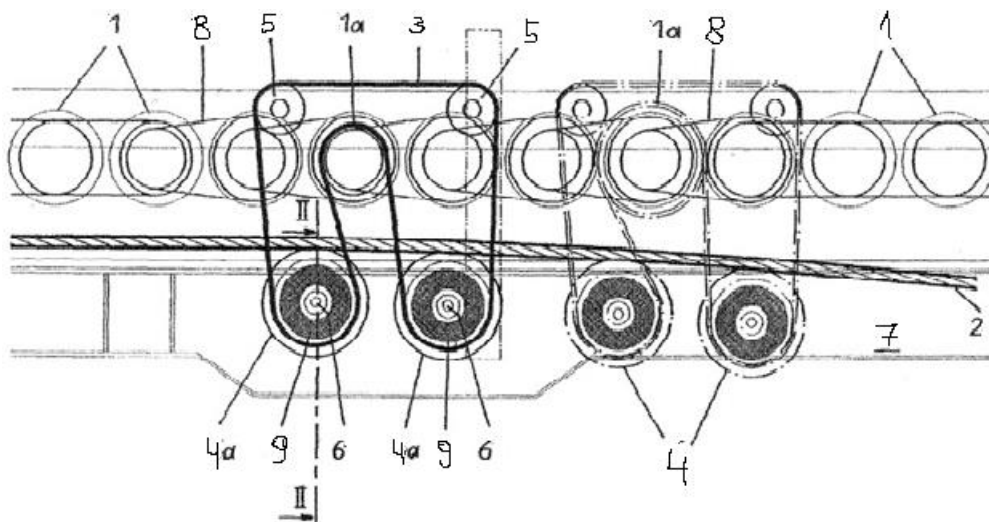


Рисунок 2 – Привод управляющих роликов:
 1,1а-управляющие ролики; 2-тяговый канат; 3-приводной ремень;
 4,4а-опорные ролики; 5-поворотные ролики; 6-несущие цапфы;
 7-несущая конструкция; 8-приводные ремни; 9-демпфирующий элемент

Привод [4] управляющих роликов 1 осуществляется тяговым канатом 2, который проходит по опорным роликам 4 и 4а и вращает их. Опорные и поворотные ролики 5, а также один из управляющих роликов 1а

охватывающийся ремнем 3. Опорные ролики 4 и 4а установлены на несущих цапфах 6, жестко закрепленных на несущей конструкции 7. Управляющие ремни посредством приводных ремней 8 связаны между собой с передачей вращения, причем посредством приводных ремней может происходить передача скорости для вращения управляющих роликов (тормозных, рабочих, ускоряющих).

Во избежание воздействия динамических нагрузок на несущую конструкцию 7 тяговым канатом 2 через опорные ролики 4 и несущие цапфы 6, привод управляющих роликов выполнен с демпфирующим элементом.

Литература:

1. Детали машин. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения. Составитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и прикладной механики Каримов Ильдар.
2. Концепция инновационной системы городского транспорта «КАНАТНОЕ МЕТРО ГОРОДА БРЯНСКА». А.В. Лагерев, И.А. Лагерев, А.А. Короткий, А.В. Панфилов.
3. RU 2410260 С2 Подвесная канатная дорога со станцией для накопления подвижных средств, Моритцхубер Йоханнес. Бюл.№ 16
4. RU 2518545 С2 Канатная дорога, БЕК Маркус. Бюл. № 8



ПРОБЛЕМЫ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ (ТКО) ДЛЯ Г. МИНСКА

Лаптанович Михаил Сергеевич, студент 5-го курса

*кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»
(Научный руководитель – Вавилов А.В., докт. техн. наук, профессор)*

Столица Беларуси продолжает расти и в ширину и в высоту несмотря на то, что Александр Лукашенко неоднократно заявлял о снижении темпов уплотнения Минска и Минского района в пользу развития городов-спутников. Увеличение плотности населения является следствием роста количества образуемых ТКО, что способствует ускорению процесса заполнения полигонов для их захоронения. Поэтому неудивительно, что на сегодняшний день г. Минск и часть Минского района обслуживает только один полигон ТКО («Тростенецкий»), свободные площади на котором тают катастрофически быстро. Но так было не всегда: к концу 2017 г. в окрестностях столицы функционировали целых три полигона для захоронения отходов (таблица 1).

Таблица 1 – Полигоны по захоронению отходов в окрестностях г. Минска

Название полигона	Краткая характеристика
1) Полигон «Северный» 	Расположен на севере Минска недалеко от МКАД на площади 23,4 га. Эксплуатировался с 1981 г. по 1 октября 2017 г. и в связи с исчерпанием ресурса был закрыт. За это время на полигоне накопилось 66,5 млн. м ³ мусора, при этом высота мусорной насыпи достигла 85 м.
2) Полигон «Прудичце» 	Предназначался для захоронения производственных и строительных отходов и расположен на юге Минска недалеко от микрорайона Чижовка на территории площадью 22 га. Данный полигон эксплуатировался с 1968 г. и в конце 2019 г. его эксплуатация была прекращена. За это время на полигоне накопилось 22,3 млн. м ³ мусора, при этом высота мусорной насыпи достигла 75 м.
3) Полигон «Тростенецкий» 	Самый молодой полигон, сданный в эксплуатацию в 2007 г. и расположенный на площади 33 га. Он поделен на два участка: первый работал с 2007 по 2016 год, после чего был законсервирован; второй участок заполняется по настоящее время, при этом привозимый сюда мусор частично сортируется путем отбора макулатуры, пластика, стекла и т.д. бригадой рабочих.

Если говорить о перспективе, очевидно, что даже с учетом рачительного отношения к бытовым отходам строительство нового полигона для Минска неизбежно. Одновременно с этим, необходимо менять и отношение граждан к выбросу мусора, т.е. если в контейнер для вторсырья попадают только «нужные» отходы (бумага, пластик, стекло), то работники сортировочного завода могут извлекать до 50% полезных материалов, но пока же из-за того, что граждане выбрасывают туда все подряд, спасти удается около 14%.

Ныне существующая одноэтапная система сбора и транспортирования ТКО функционирует следующим образом: организация временного хранения ТКО в несменяемых контейнерах объемом 0,75 м³ → вывоз уплотненных ТКО кузовными мусоровозами непосредственно на полигон, расположенный на расстоянии, как правило, не превышающим 30 км. Отдаление свалок от городской территории снизит производительность мусоровозных машин и увеличит финансовые затраты.

Чтобы не допустить этого, необходимо усовершенствовать данную систему сбора и доставки ТКО. Совершенствование должно идти в следующем направлении. Учитывая, что сбор ТКО во дворах затруднен из-за стоянки личного транспорта, машина для сбора должна быть легко проезжаемой и маневренной во дворах; технологическая ее часть должна иметь бункер для сбора ТКО, манипулятор для захвата контейнера и выгрузки из него содержимого, а также устройство для уплотнения выгружаемого в контейнер ТКО. Для выполнения этих задач можно использовать мусоровозы с механизированной боковой загрузкой кузова небольшого объема с помощью гидроманипулятора (рисунок 1), которые эксплуатируются в организациях, занимающихся сбором и вывозом ТКО на территории г. Минска.



Рисунок 1 – Мусоровоз МБ-15

Но учитывая то, что вместимость кузова таких машин невелика, а транспортировать ТКО придется в недалеком будущем все дальше и дальше от города, возникает необходимость в оборудовании промежуточного пункта сбора ТКО (рисунок 2) и перегрузки таких отходов в контейнеры объемом свыше 30 м³ большегрузных транспортных автомобилей, оборудованных системой «Мультилифт» с крюковым захватом. В качестве транспортных мусоровозов можно использовать машины как отечественных (МАЗ-6950С5-1104000-001), так и зарубежных производителей (PALFINGER PH T20Pi). Тогда транспортная составляющая не будет серьезно ощутимой при постоянно растущем плече доставки ТКО к местам хранения или переработки.

Еще большую массу ТКО можно перевозить на таких машинах, если на промежуточных пунктах сбора ТКО использовать устройства для уплотнения отходов (пресс) внутри контейнеров.

Двухэтапная система сбора и транспортирования ТКО с перегрузочным пунктом



Рисунок 2 – Двухэтапная система сбора и транспортирования ТКО с перегрузочным пунктом

Таким образом, внедрение данной технологии позволит повысить эксплуатационную производительность комплекта машин для сбора и транспортирования ТКО, и, следовательно, снизить расходы на их эксплуатацию.

Литература:

1. Щемелев, А.М. Машины для коммунального хозяйства / А.М. Щемелев, А.В. Вавилов, В.М. Пилипенко; под ред. А.М. Щемелева. – Минск: НПООО «Стринко», 2003. – 375 с.
2. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник. – ГОУВПО «МГУС». – М., 2006. – 411 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОГРУЗЧИКА АМКОДОР 332

*Червоний Алексей Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»
(Научный руководитель – Бежик А.А., старший преподаватель)*

Одноковшовый погрузчик АМКОДОР 332 выполняет погрузочно-разгрузочные работы с разработкой предварительно разрыхленных грунтов, для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов в транспортные средства или отвал. Растущий с каждым годом объём погрузочно-разгрузочных работ, требует сокращения стоимости и трудоёмкости, повышения эффективности и производительности труда, все это может быть достигнуто путем усовершенствования, как самой машины, так и ее рабочих органов. Поэтому модернизация рабочего оборудования с целью увеличения спектра выполняемых работ погрузчиком и сокращения времени простоя техники очень актуальны для экономики нашей страны. Проанализировав источники использующиеся на производстве, а также патентные материалы предлагается применять принудительное устройство для разгрузки (рисунок 1), не требующее сложности в изготовлении и не требующие вложение больших материальных и финансовых затрат.

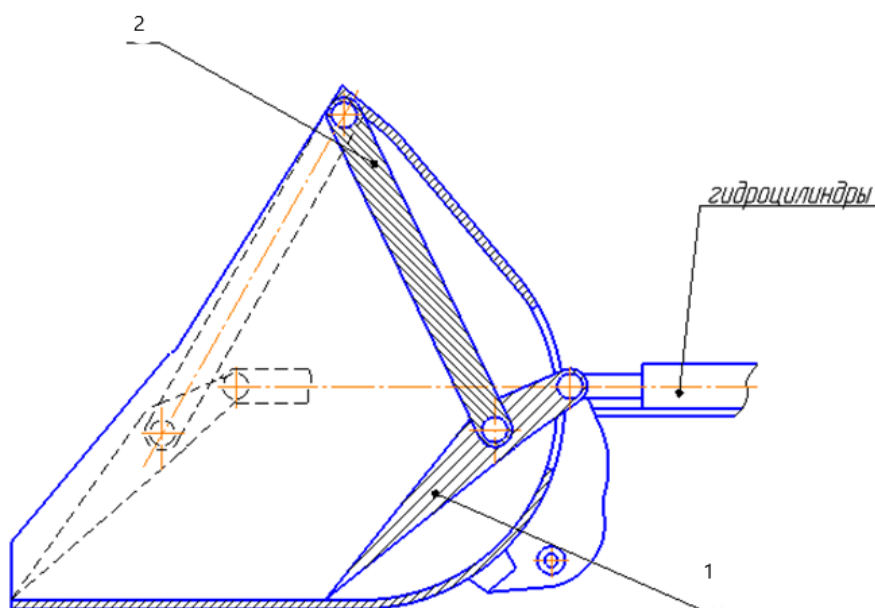


Рисунок 1 – Ковш погрузчика

Для разгрузки ковша включаются гидроцилиндры, шток каждого воздействует на скребок (1) и выдвигает вперед толкатель (2), в результате чего скребок прижимается к днищу ковша и «выгребает» весь грунт из ковша. Предлагаемая модернизация проста в изготовлении, позволяет повысить эффективность разгрузки ковша, в результате чего увеличивается производительность машины в целом.

При проведении экономических расчетов доказано (лист 8), что при изготовлении и введении в эксплуатацию предложенной конструкции рабочего органа погрузчика, суммарный эффект в народное хозяйство на одно изделие равен 2410,60 руб.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА АМКОДОР 923

Чечелев Илья Дмитриевич, студент 4-го курса

кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»

(Научный руководитель – Бежик А.А., старший преподаватель)

Одноковшовый экскаватор - землеройная машина, которая предназначена для разработки полезных ископаемых и грунтов, с последующим перемещением и выгрузкой их в отвал или в транспорт.

Различное сменное оборудование экскаваторов позволяет выполнять следующие виды работ: погрузочно-разгрузочные работы; разработка грунта; рытье котлованов, каналов и выемок; рыхление мерзлых грунтов; отсыпку насыпей из боковых резервов планировочные работы.

Также в процессе работы экскаватора часто требуется погружать и переносить негабаритные грузы (камни, бревна и трубы) при уборке завалов и на площадках строительства зданий.

Для модернизации экскаватора Амкодор 923 предлагается рабочее оборудование оборудовать зубом-захватом (рисунок 1), который может быть использован с экскавационным ковшом как захватно-клещевой орган, для захвата и перемещения грузов, размеры которых не позволяют размещаться в экскавационном ковше.

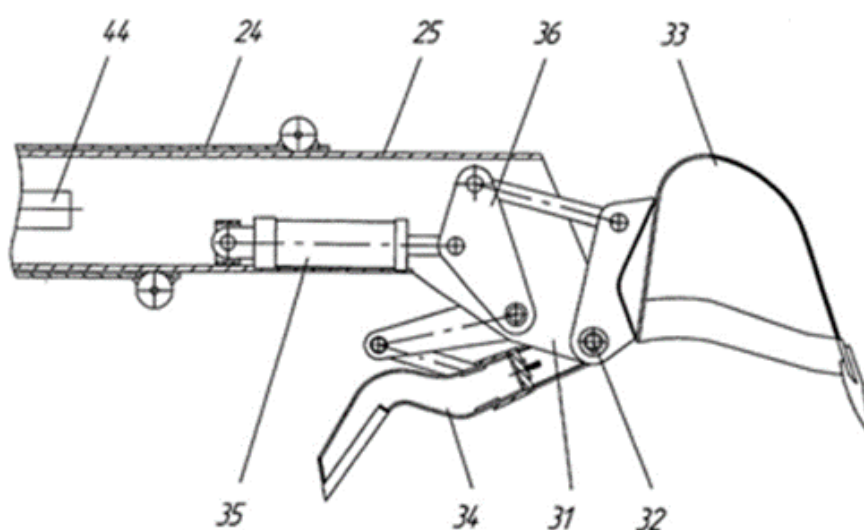


Рисунок 1 – Предлагаемый вариант модернизации

На внешнем конце выдвижной секции 25 стрелы выполнен гусек 31, на конце выступающей части которого выполнены проушины с осью 32, на которой шарнирно установлены экскавационный ковш 33, и зуб - захват 34, расположенный под экскавационным ковшом. Поворот ковша 33 при его работе относительно оси 32 (поворот ковша в плоскости стрелы 23) осуществляется короткоходовым гидроцилиндром 35, установленным в полости выдвижной секции 25 через трехзвенный рычажный механизм 36.

Это простая и универсальная конструкция. В предлагаемом решении обеспечиваются функциональные возможности рабочего оборудования и возможность работы отдельно зубьев и ковша экскаватора. Таким образом два зуба имеют 2 отдельных гидроцилиндра и приводятся в движение отдельно от гидропривода ковша, что позволяет работать отдельно ковшом экскаватора. Когда же возникает потребность для переноса негабаритов, то они образуют захватно-клещевой орган. Который способствует захвату и перемещению бревен, больших камней. Предлагаемое решение проще в изготовлении и обслуживании.

Секция 5

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Гречухина Дарья Владимировна, студент 1-го курса
кафедры «Экономика, организация строительства и управление
недвижимостью»*

(Научный руководитель – Мороз О.А., канд. физ.-мат. наук, доцент)

Строительство одна из ведущих и динамично развивающихся отраслей в нашей жизни. Мы живем в домах, работаем в зданиях, отдыхаем в спортивных и культурных комплексах, ездим по дорогам.

Все эти сооружения до своего создания были напрямую связаны с математическими расчетами. При их строительстве также невозможно обойтись и без математических действий.

Перед тем как построить здание, его необходимо запроектировать. Рассчитать прочность его стен и перекрытий, количество необходимых строительных материалов, их стоимость, определить затраты на перевозку, на заработную плату и т.д.

Однако, если считать вручную, это будет очень долго. Поэтому разработка ни одного проекта сегодня не может обойтись без применения программных комплексов, в основе которых лежат математические методы.

Сейчас проектировщики предварительно создают модель здания. Для этого в их распоряжении имеется программное обеспечение. В настоящее время возможно применение следующих программных комплексов: Autodesk, Revit, Allplan и многих других.

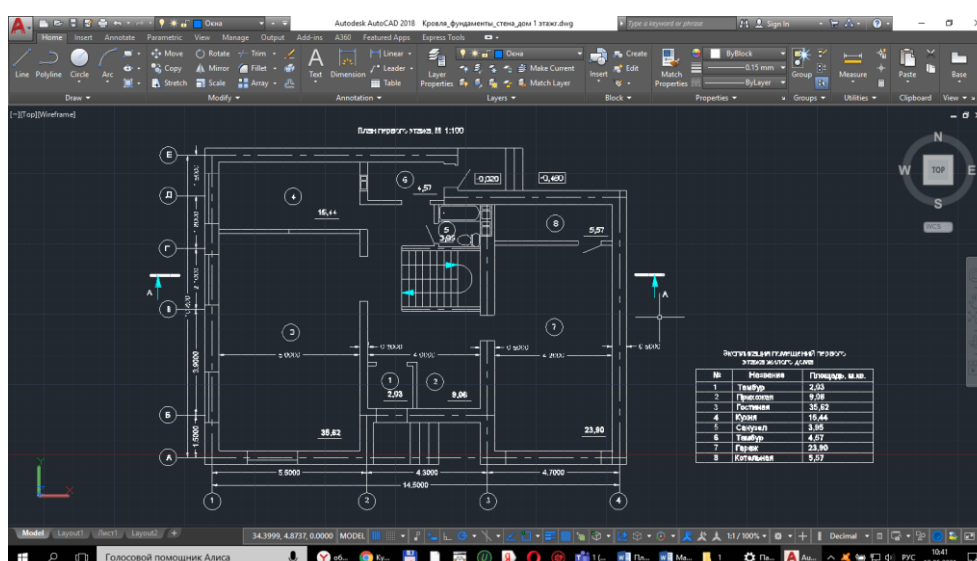


Рисунок 1 – Пример создания модели в Autodesk



Рисунок 2 – Пример готовой модели в Revit

После создания компьютерной модели для расчета можно воспользоваться программными комплексами Midas, Sofistik, Allplan.

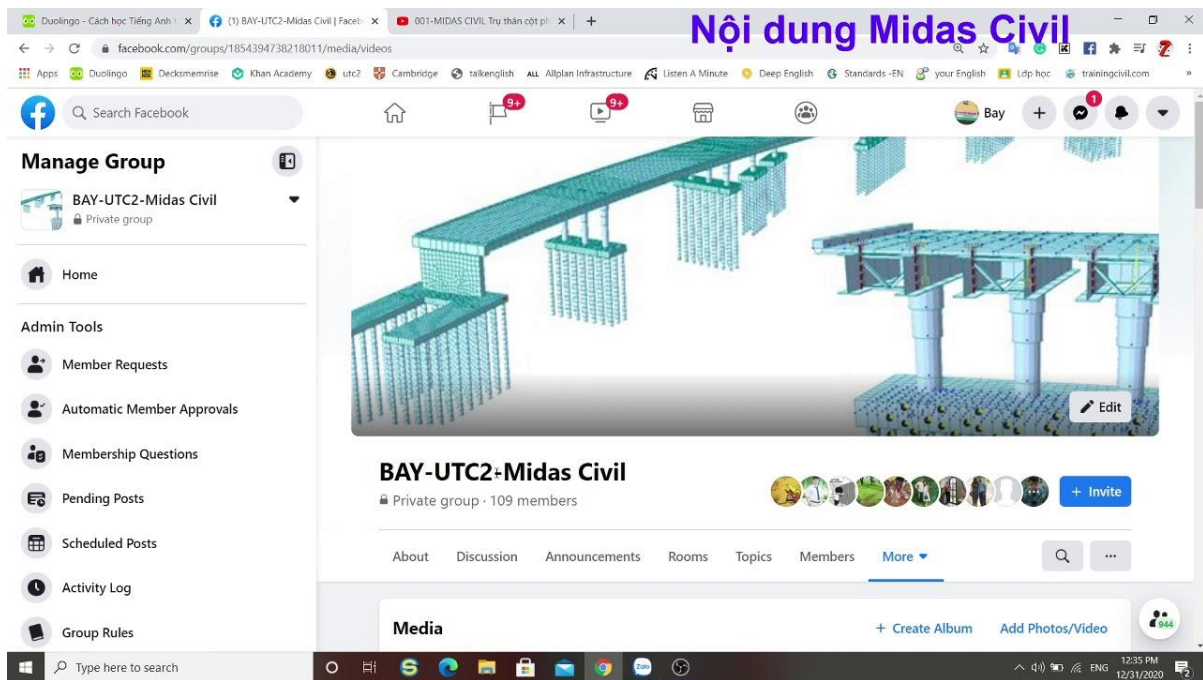


Рисунок 3 – Пример расчета модели в Midas

Но наличие самых современных программ не спасает от ошибок. Даже самая маленькая математическая ошибка, допущенная при разработке проекта, может привести к катастрофическим последствиям.

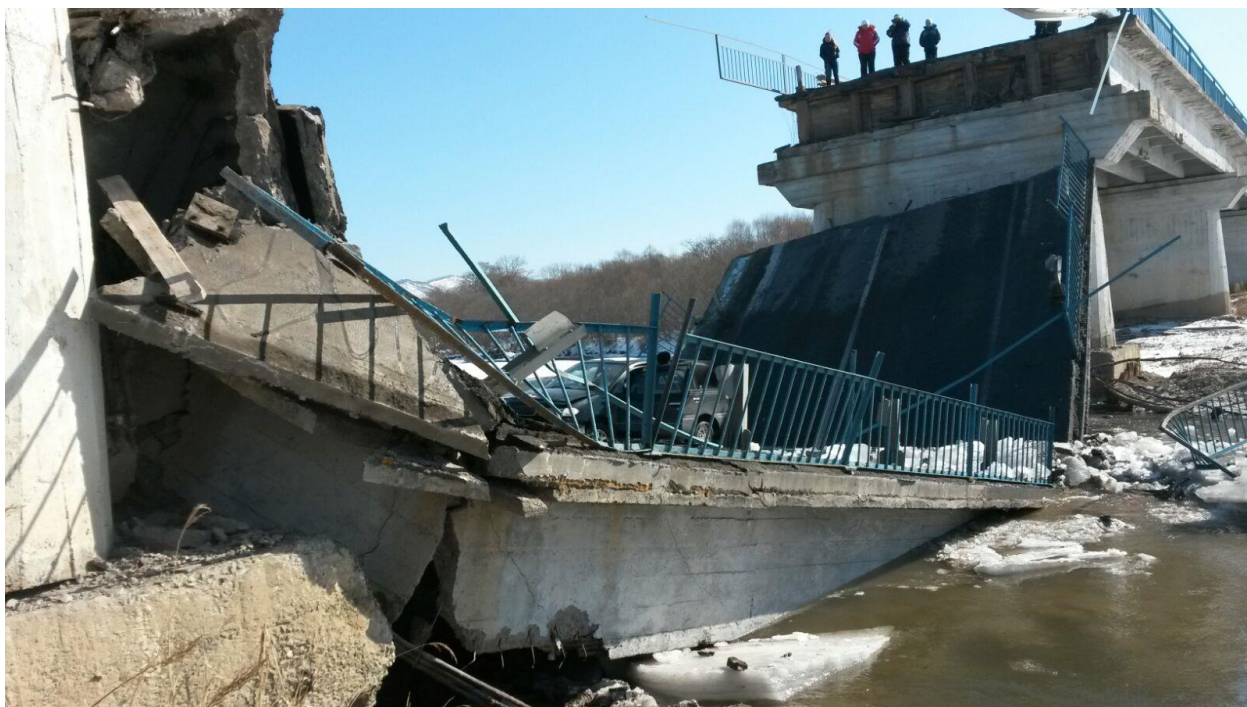


Рисунок 4 – Обрушение моста в Приморье

(https://yandex.by/images/search?p=1&source=related-query-serp&text=обрушение%20моста%20в%20екатеринбурге&pos=56&rpt=simage&nomisspell=1&img_url=https%3A%2F%2Ffeanews.ru%2Ffiles%2Fmost93.jpg&from=tabbar)

Глядя на данное фото понимаешь, что математика в строительной отрасли играет важнейшую роль и ее значение трудно переоценить.

В современном мире без прочных базовых навыков и глубокого понимания математики невозможно конкурировать в строительстве и строительной деятельности.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы.

Для того, чтобы разобраться в программных пакетах нужно:

- владеть такими фундаментальными понятиями как матрица, определитель, производная, интеграл, дифференциальное уравнение;
- знать математическую статистику, теорию вероятности и линейное программирование.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ГЛУБИНЕ ОРТОТРОПНОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА

*Гоцарь Дмитрий Александрович, студент 2-го курса
кафедры «Строительные конструкции»,*

*Матвеевко Александра Сергеевна, студентка 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Вербицкая О.Л., канд. техн. наук, доцент)

В промышленном, гражданском и дорожном строительстве большое значение имеет качество основания. Допущения, ошибки при оценке деформативности оснований может вызывать недопустимые осадки, что приводит к образованию трещин в несущих конструкциях зданий, покрытий автомобильных дорог. Для определения осадок грунтовых оснований используют послойное суммирование. Основание представляют в виде множества горизонтальных слоев, механические характеристики которых устанавливаются по инженерно-геологическим изысканиям на площадках застройки.

Использование метода послойного суммирования позволяет легко учитывать неоднородность основания по глубине. Однако на некоторых территориях Республики Беларусь получили распространение устройства намывных оснований. Это имеет смысл в поймах рек. При набрасывании пульпы водно-песчаный раствор стекает на низкие места, оставляя песок с прослойками. Слоистость оснований обнаруживается в глинистых грунтах. Наличие такой слоистости в основаниях приводит к появлению одной из разновидностей анизотропии – трансверсальности оснований. Поэтому имеет смысл провести исследования и установить, как влияет такая анизотропия оснований на их деформативность.

Пусть равномерно распределенная нагрузка приложена к поверхности трансверсального упругого полупространства. Площадь приложения нагрузки представим в виде конечного набора колец. Используя уравнения теории упругости анизотропного тела [1] нами получено выражение для нормального напряжения под центром площади нагружения.

$$\sigma_z = \frac{D \cdot z \cdot \left\{ \left[r \cdot p_0 \cdot \left[(r^2 + s_1^2 z^2)^{-3/4} - (r^2 + s_2^2 z^2)^{-3/4} \right] \right] \right\}}{\left[m \sqrt{d} (s_1 - s_2) \right]},$$

где D – диаметр площади загрузки;

z – глубина расположения слоя грунта;

r – текущий средний радиус элементарного кольца;

p_0 – интенсивность равномерно распределенной нагрузки;

s_1, s_2 – коэффициенты

$$s_1 = \sqrt{\frac{\left(b + c + \sqrt{(b+c)^2 - 4d} \right)}{2d}}, \quad s_2 = \sqrt{\frac{\left(b + c - \sqrt{(b+c)^2 - 4d} \right)}{2d}}$$

b, c, d – коэффициенты

$$b = -\frac{v_1(1+v)}{1-av_1^2} \quad c = \frac{2/\alpha_1 + v_1(1-v)}{1-av_1^2} \quad d = -\frac{(1-v^2)}{a(1-av_1^2)}$$

a – коэффициент анизотропии равный отношению модуля деформации в вертикальном направлении к модулю в горизонтальном $a = E/E_1$.

Для получения результатов потребовалось использовать компьютерную программу RUBIN. Программа составлена на алгоритмическом языке Pascal и предназначена для вычисления вертикальных нормальных напряжений под центром площади загрузки. Предусмотрены шесть видов нагружения на полупространство. Интерфейс программы показан на рисунке (Рис. 1).

В результате расчета программа выводит на экран таблицу значений вертикальных нормальных напряжений и строит график зависимости нормальных напряжений от глубины расположения слоя.

Выполнен расчет трансверсального полупространства от действия равномерно распределенной по круглой площади нагрузки $p = 100$ МПа при различных коэффициентах анизотропии (Рис.2). Диаметр площади загрузки $D = 60$ см. Приняты следующие данные характерные для намывных грунтов: коэффициент анизотропии $a = 0,38$ МПа $a = 1,0$ МПа и $a = 2,8$ МПа при модулях деформации E в вертикальном и горизонтальном направлениях $E = 48$ МПа и 18 МПа. Задавались следующие значения коэффициентов Пуассона $\nu = 0,30$ и $\nu_1 = 0,25$.

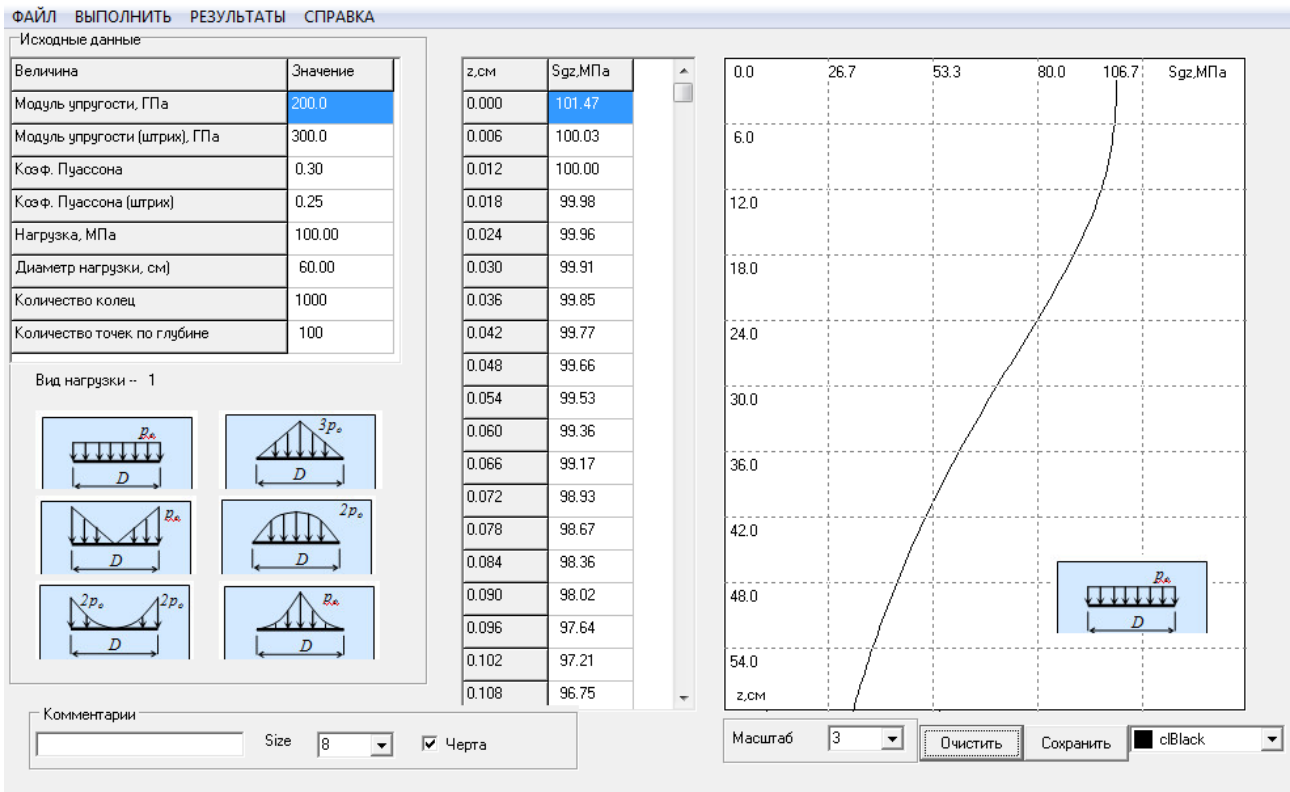


Рисунок – 1 Интерфейс программы RUBIN

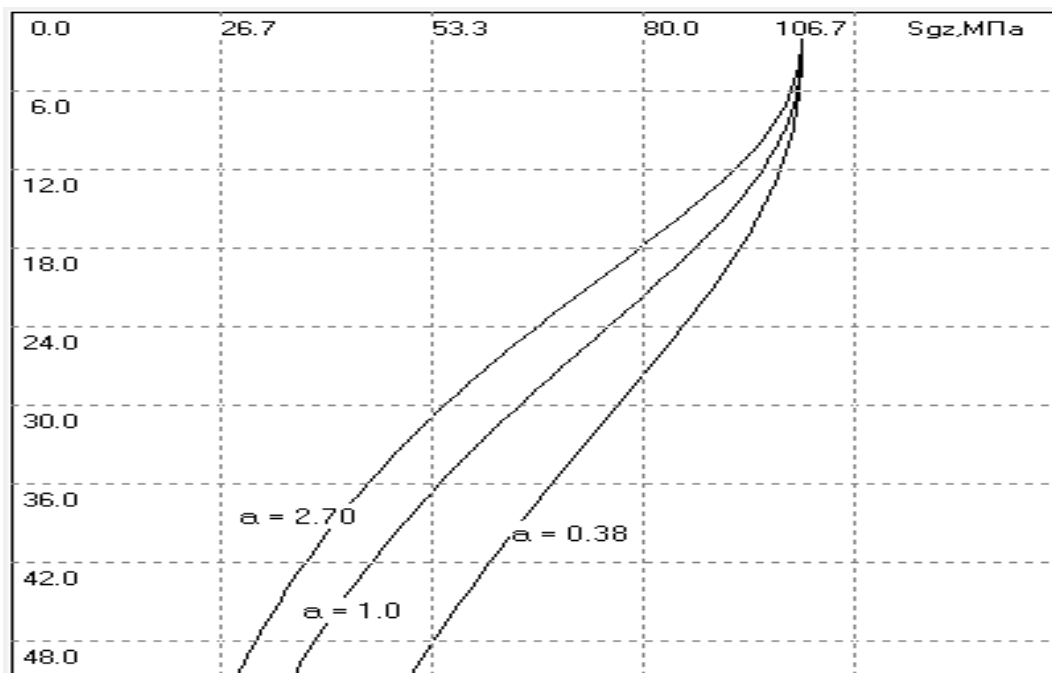


Рисунок 2 – Эпюры нормальных вертикальных напряжений

Полученные зависимости (Рис.2) показывают, что наибольшие отличия в вертикальных нормальных напряжениях наблюдается на глубине $0,7D$. Напряжения при $a = 2,70$ составляет $\sigma_z = 36,80$ МПа, а при $a = 0,38$ –

$\sigma_z = 60,04 \text{ МПа}$. Отличие напряжений при коэффициентах анизотропии от 0,35 до 2.7 составляет 23% от нагрузки $p = 100,0 \text{ МПа}$.

Литература:

1. Лехницкий, С.Г. Теория упругости анизотропного тела / С.Г. Лехницкий. – Москва : Наука, 1977. – 416 с.

СПЛАЙН ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

*Качанов Игорь Павлович, Крамковский Михаил Александрович,
студенты 2-го курса Кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Забавская А.В, старший преподаватель)*

Интерполяция - это метод построения новых точек данных в диапазоне дискретного набора известных точек данных. Этот метод можно разделить на два случая: случай, когда пространственный фактор не учитывается, и тот случай, когда он учитывается. Сначала мы рассмотрели интерполяцию, где методы, не учитывают пространственность данных. Эти методы используются для введения недостающего значения данных временного ряда в конкретную пространственную единицу, не учитывая пространственных факторов. Это означает, что дискретные точки данных, указанные в данных временных рядах, используются для смешения значений между точками. Существует три основных метода интерполяции: кусочно-постоянная интерполяция, линейная интерполяция и нелинейная интерполяция. Есть несколько методов нелинейной интерполяции, такие как полиномиальная интерполяция, сплайн интерполяция и т. д.

Немного о теоретической основе интерполяциями сплайнами. Пусть у вас имеются значения функции, измеренные в нескольких точках, возникает задача, как найти значения функции в промежуточных точках. Более формально, пусть нам даны значения некоторой функции в некоторых точках области определения. Перед нами стоит задача наиболее точно определить вид этой функции по заданным значениям. Один из возможных подходов - прибегнуть к интерполяции сплайнами.

Сплайн – функция, которая вместе с несколькими производными непрерывна на всем заданном отрезке $[a, b]$, а на каждом частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$ в отдельности является некоторым алгебраическим многочленом.

Степенью сплайна называется максимальная по всем частичным отрезкам степень многочленов, а дефектом сплайна - разность между степенью сплайна и порядком наивысшей непрерывной на $[a, b]$ производной. Например, непрерывная ломанная является сплайном степени 1 с дефектом 1 (так как сама функция – непрерывна, а первая производная уже разрывна).

На практике наиболее часто используются кубические сплайны $S_3(x)$ - сплайны третьей степени с непрерывной, по крайней мере, первой производной.

При этом величина $m_i = S'_3(x_i)$, называется наклоном сплайна в точке (узле) x_i .

Разобьём отрезок $[a,b]$ на N равных отрезков $[x_i, x_{i+1}]$, где $x_i = a + ih$, $i=0,1,\dots,N-1$, $x_N = b$, $h = (b - a)/N$.

Если в узлах x_i, x_{i+1} , заданы значения f_i, f_{i+1} , которые принимает кубический сплайн, то на частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$ он принимает вид:

$$s_3(x) = \frac{(x_{i+1}-x)^2}{h^3} f_i + \frac{(x-x_i)^2(2(x_{i+1}-x)+h)}{h^3} f_{i+1} + \frac{(x_{i+1}-x)^2(x-x_i)}{h^2} m_i + \frac{(x-x_i)^2(x_{i+1}-x)}{h^2} m_{i+1} \quad (1)$$

В самом деле, это легко проверить, рассчитав $s_3(x)$ и $s'_3(x)$ в точках x_i, x_{i+1} .

Можно доказать, что если многочлен третьей степени принимает в точках x_i, x_{i+1} значения f_i, f_{i+1} и имеет в этих точках производные, соответственно, m_i, m_{i+1} , то он совпадает с многочленом (1).

Таким образом, для того, чтобы задать кубический сплайн на отрезке, необходимо задать значения f_i, m_i $i = 0, 1 \dots, N$ в $N + 1$ в узле x_i .

Кубический сплайн, принимающий в узлах те же значения, что и некоторая функция, называется интерполяционным и служит для аппроксимации функции f на отрезке $[a,b]$ вместе с несколькими производными.

Существует несколько способов задания наклонов интерполяционного кубического сплайна.

Способ 1 (упрощенный):

Положим:

$$m_i = \frac{f_{i+1}-f_{i-1}}{2h}, i = 1, 2, \dots, N - 1, \quad (2)$$

$$m_0 = \frac{4f_1-f_2-3f_0}{2h}, m_n = \frac{3f_N-f_{N-2}-3f_{N-1}}{2h} \quad (3)$$

Данные формулы являются формулами численного дифференцирования второго порядка точности относительно шага $h = (b - a)/N$

Способ 2:

Если у нас имеются значения f'_i производной f_i в узлах x_i , то полагаем $m_i = f'_i$, $i = 0, 1, \dots, N$.

Первые два способа называются локальными, так как с их помощью сплайн строится отдельно на каждом частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$, посредством применения формулы (1). Построенные таким образом сплайны, как правило, имеют дефект, равный двум, так как непрерывность первой производной в узлах соблюдается, а непрерывность второй производной при таком построении не гарантируется.

Способ 3 (глобальный):

Пусть $S''_3(x_i + 0)$ - значение $S''_3(x)$ в узле x_i справа, его мы найдем из выражения (1), а $S''_3(x_i - 0)$ значение $S''_3(x)$ в узле x_i слева – оно находится из соответствующего выражения $S_3(x)$ на частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$, которое получается из (1) заменой i на $i - 1$.

Тогда получим:

$$s''_3(x_i + 0) = \frac{-4m_i}{h} - \frac{2m_{i+1}}{h} + 6 \frac{f_{i+1} - f_i}{h}$$

$$s''_3(x_i - 0) = \frac{2m_{i-1}}{h} + \frac{4m_i}{h} - 6 \frac{f_i - f_{i-1}}{h}$$

Потребуем непрерывность $S''_3(x)$ в узлах:

$$s''_3(x_i - 0) = s''_3(x_i + 0), i=1,2,\dots, N-1.$$

Тогда получим систему линейных алгебраических уравнений относительно наклонов:

$$m_{i-1} + 4m_i + m_{i+1} = \frac{3(f_{i+1} - f_{i-1})}{h}, i = 1, 2, \dots, N - 1$$

Так как система содержит $N+1$ неизвестных, необходимо задать два дополнительных условия, называемые краевыми.

Приведем три варианта задания краевых условий:

1) В случае, когда известны $m_N = f'_N$ задаем

$$m_0 = f'_0, m_N = f'_N .$$

2) Производные f'_0, f'_N аппроксимируем формулами численного дифференцирования третьего порядка точности:

$$m_0 = \frac{1}{6h} (-11f_0 + 18f_1 - 9f_2 + 2f_3)$$

$$m_N = \frac{1}{6h} (11f_N - 18f_{N-1} + 9f_{N-2} - 2f_{N-3}) . \quad (6)$$

3) Иногда бывают известны значения на концах отрезка $[a,b]$, т.е. величины $f''_0 = f''(a), f''_N = f''(b)$. Тогда требования $S''_3(a) = f''_0, S''_3(b) = f''_N$ приводят к краевым условиям

$$m_0 = \frac{-m_1}{2} + \frac{3f_1 - f_0}{2h} - \frac{h}{4} f''_0$$

$$m_N = \frac{-m_{N-1}}{2} + \frac{3f_N - f_{N-1}}{2h} + \frac{h}{4} f''_N \quad (7)$$

Условия (5)-(7) можно комбинировать, т.е. выбирать их независимо в левом и правом узлах.

Система (4) при всех рассмотренных краевых условиях имеет единственное решение, которое можно найти с помощью методов прогонки и итераций.

Таким образом, решая систему (4) при выбранных краевых условиях, находим наклоны m_i $i=0,1,\dots,N$, во всех узлах. Затем по формуле (1) задаем сплайн на каждом частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$, $i=0,1,\dots,N-1$. Построенный данным глобальным способом сплайн $S_3(x)$ имеет дефект не больше единицы, так как этот сплайн обладает на отрезке $[a,b]$ непрерывной второй производной $S''_3(x)$.

Мы считаем, что сплайн-интерполяция в дорожном строительстве широко используется в задачах геометрического моделирования. Интерполяция используется в программе «Free T-Geoplan6». Программа делает это в полуавтоматическом режиме, а именно: самостоятельно интерполирует между выбранными точками точками и в последующем преобразует кривые, получившиеся в результате соединения проинтерполированных точек, в сплайны с разрывами и подписями, где в итоге для корректного построения необходимо интерполировать строго по возрастанию высот.

ЦЕПИ МАРКОВА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЁТАХ

*Михайлова Дарья Владимировна, Стреж Александра Витальевна,
студенты 2-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Забавская А.В., старший преподаватель)*

Цепь Маркова – ряд случайных событий с конечным или же счётным количеством исходов, где возможность наступления всякого события находится в зависимости от состояния, достигнутого в прошлом. Конфигурации или же переходы множества естественных и искусственных систем нередко носят в себе случайный характер. Цепочка этих переходов из одного состояния в другое имеет возможность быть описана через вероятностные матрицы, владеющие определенными свойствами. Теория Марковских цепей считается инструментом для анализа этих процессов, в которых переход из одного состояния в другое находится в зависимости лишь только от ее состояния в реальное время, а не в зависимости от того, когда и каким образом система пришла в это состояние (рис.1). Следовательно, главные объекты общих цепей Маркова есть переходные вероятности и начальное распределение возможностей.

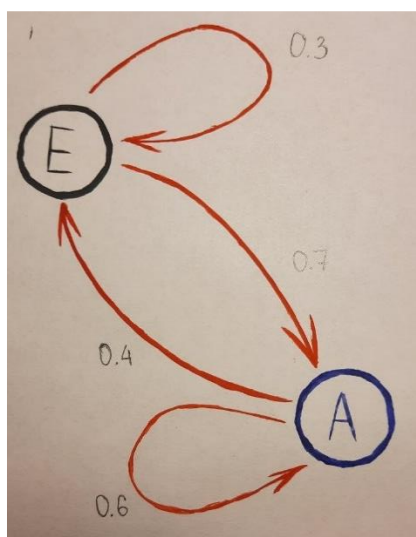


Рисунок 9 – Цепь с двумя состояниями

Рассмотрим так называемые однородные цепи Маркова, когда переходные вероятности $p_{ij}(m)$ не зависят от момента времени t_m , а зависят только от индексов i и j . Так как система может находиться в одном из p состояний, то полная вероятностная картина изменений состояния системы S задается матрицей:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & K & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & K & P_{2n} \\ K & K & K & K \\ P_{n1} & P_{n2} & K & P_{nn} \end{bmatrix}$$

Данную матрицу называют переходной, элементы данной матрицы удовлетворяют следующим условиям:

- 1) $0 \leq p_{ij} \leq 1$;
- 2) $\sum_{i=1}^n P_{ij} = 1$ для любого значения i ($i = 1, 2, \dots, n$), (сумма вероятностей по строчкам).

Пример использования цепи Маркова:

В процессе опроса инженеров, использующих в строительстве 3 марки щебня: марки А, марки В, марки С, им был задан вопрос о том, какую торговую марку они бы выбрали для следующей покупки.

- 1) Среди инженеров, использующих марку А 20% сказали что выберут опять эту же марку, 50% сказали, что они бы перешли на марку В, а 30% заявили, что предпочли бы марку С.
- 2) Среди инженеров, использующих марку В 20% сказали, что перейдут на марку А, в то время как 70% заявили, что приобрели бы опять автомобиль марки В, а 10% заявили, что в следующий раз предпочли бы марку С.
- 3) Среди инженеров, использующих марку С 30% ответили, что перешли бы на марку А, 30% сказали, что перешли бы на марку В, а 40% заявили, что остались бы верны той же марке С.

Вопрос 1 : Если для строительства будет приобретён щебень марки А, то какова вероятность, что в следующий раз для строительства будет приобретён щебень марки С?

Вопрос 2 : Если при покупке щебня в первый раз инженер подбросил монету, выбирая между щебнем марки В и С, то какова вероятность, что в третий раз он выберет щебень марки В?

Решение:

Матрица перехода для этого события имеет вид:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 \end{bmatrix}$$

Для ответа на первый вопрос имеем: $p(0) = (1, 0, 0)$, поэтому

$$p(1)=(1,0,0)\times\begin{bmatrix}0.2 & 0.5 & 0.3 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4\end{bmatrix}=(0.2,0.5,0.3).$$

Вероятность того, что при покупке щебня во второй раз будет выбрана марка С, равна 0.3. Для ответа на второй вопрос требуется найти

$$T(2)=\begin{bmatrix}0.23 & 0.54 & 0.23 \\ 0.21 & 0.62 & 0.17 \\ 0.24 & 0.48 & 0.28\end{bmatrix}$$

Для (2) имеем $p(2)=(0,0.5,0.5)$ и

$$p(2)=(0,0.5,0.5)\times\begin{bmatrix}0.23 & 0.54 & 0.23 \\ 0.21 & 0.62 & 0.17 \\ 0.24 & 0.48 & 0.28\end{bmatrix}=(0.225,0.55,0.225)$$

поэтому вероятность того, что во второй раз выберут щебень марки А равна 0.225.

В инженерной практике часто возникает проблема моделирования процессов случайного изменения состояний в исследуемом объекте. Техническое состояние объекта можно охарактеризовать дискретными состояниями: исправное – неисправное, заряжен – неактивен и т. д. Количество персонала меняется незаметно, количество объектов, ожидающих обслуживания в очереди, и многое другое. Таким образом, с помощью цепи Маркова можно наиболее точно и полно произвести любой технический расчет даже если предыдущие аналогичные расчёты имели положительные или наоборот отрицательные показатели.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Комаров Никита Александрович, Урбанович Антон Викторович,
студенты 2-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Забавская А.В., старший преподаватель)*

Комбинаторика — раздел математики, связанный с перечислениями, комбинациями и различными перестановками, с целью решения проблем выбора и расположения элементов из некоторого основного множества в соответствии с требованиями.

Знания правил комбинаторики, и умение применять их на практике, помогает людям в различных сферах жизнедеятельности:

- На производстве, когда нужно распределить работу между рабочими.
- В экономике, если нужно проанализировать купли-продажи различных акций.
- В криптографии. Криптография-наука о методах шифрования.
- В различных играх, в которых важно просчитывать возможные комбинации, например, в шашках, шахматах, нардах и т.д.
- В строительстве и эксплуатации автомобильных дорог

Людям часто приходится сталкиваться с проблемой, когда нужно подсчитать число всех возможных способов расположения предметов и исхода какого-либо события. Человеку требуется находить всевозможные варианты, которые в последующем складываются в самые различные комбинации.

С поиском комбинаций такого рода имеют дело представители многих профессий.

Например, в строительстве, ведь инженеру постоянно приходится выбирать материал и где его заказывать. То же самое можно сказать при заказе техники для строительства и ремонта (дорог и дорожных сооружений), тут тоже комбинаторика поможет выбрать самый благоприятный и выгодный вариант.

Примеры решения задач:

1) При строительстве у инженера есть на выбор 2 завода по производству битумной эмульсии, 6 заводов с цементом и 4 завода с щебнем. Сколько способов заказа материала есть у инженера?

РЕШЕНИЕ:

Заказываем каждый материал отдельно. Следовательно, можем применить правило умножения вариантов. Из двух заводов один можно выбрать двумя способами, из шести вторых один можно выбрать шестью способами, из четырех третьих один – четырьмя способами.

$$2 \cdot 6 \cdot 4 = 48.$$

Ответ: 48.

2) Построение графиков работы:

К примеру у нас есть 10 рабочих, мы должны расставить только 5 из них на объект, но 2 уже выбрали. С этой на первый взгляд сложной задачей нам поможет справиться комбинаторика, она нам поможет узнать количество всех возможных вариантов и выбрать оптимальный:

РЕШЕНИЕ:

Т.к. известно, что двое рабочих заняли место, то остается отобрать 3 из 8. Для выборки важен только состав (по условию все члены команды не различаются по ролям). Следовательно, выборки – сочетания из n различных элементов по m элементов, их число:

$$n=8, m=3$$

$$C_8^3 = \frac{8!}{3!(8-3)!} = \frac{8!}{3!*5!} = \frac{6*7*8}{1*2*3} = 56$$

Ответ: 56.

3) Задача:

В коллективе 9 человек. Сколько можно образовать разных бригад при условии, что в бригаду входит не менее 2 человек?

РЕШЕНИЕ:

Здесь важен только состав, ведь члены коллектива не отличаются по ролям.

$$\text{Число выборок из 2-х человек: } C_9^2 = \frac{9!}{2!(9-2)!} = \frac{9!}{2!*7!} = \frac{8*9}{1*2} = 36$$

$$\text{Число выборок из 3-х человек: } C_9^3 = \frac{9!}{3!(9-3)!} = \frac{9!}{6!*6!} = \frac{7*8*9}{1*2*3} = 84$$

$$\text{Число выборок из 4-х человек: } C_9^4 = \frac{9!}{4!(9-4)!} = \frac{9!}{4!*5!} = \frac{6*7*8*9}{1*2*3*4} = 126$$

$$\text{Применяем правило сложения: } C_9^2 + C_9^3 + C_9^4 = 36 + 84 + 126 = 246$$

Ответ: 246.

Если подводить итоги то, понятие комбинаторики представляет собой раздел математики, базирующийся на изучении всевозможных сочетаний, перестановок, размещений, перечислений тех или иных элементов. Главная

задача комбинаторики состоит в выборе правильной комбинаторной конфигурации, которая определяет метод возведения конкретной конструкции из элементов исходного множества. Примерами комбинаторных конфигураций являются блок-схемы и латинские квадраты, факториалы.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛОТОИДНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Шестак Дмитрий Андреевич, студент 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

(Научный руководитель – Забавская А.В., старший преподаватель)

При проектировании плана трасс автомобильных дорог необходимо обеспечить соответствующий уровень удобства и безопасность движения. Поэтому наиболее удачным будет использовать клотоидные закругления.

Для начало было бы уместным объяснить, что такое вообще клотоид. Клотоид – это кривая, кривизна которой изменяется линейно. Чаще всего она используется как переходная кривая между прямой и окружностью. Из-за того, что, кривизна меняется линейно, то и вход в поворот автомобилем становится линейным и плавным. Это свойство клотоида позволяют проходить поворот без существенного снижения скорости и обеспечивает безопасность движения.

В отличие от остальных типов трасс для клотоидной трассы характерно гораздо большее число типов закруглений, что даёт очень весомое преимущество перед обычными дорогами, так как такие трассы более гибкие и это позволяет легко приспособить дорогу к любым типам рельефа и ситуациям на местности.

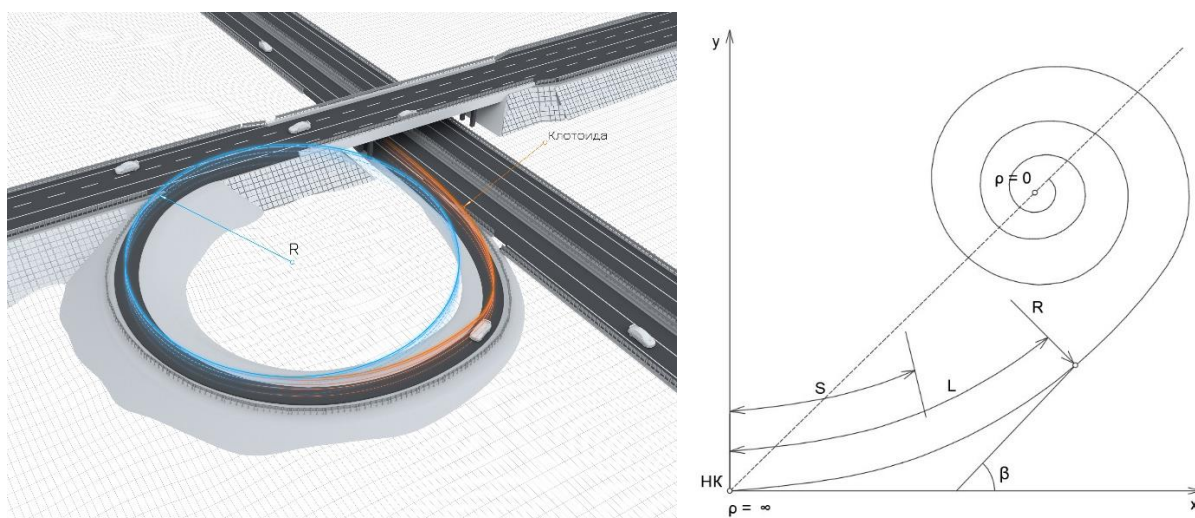


Рисунок 1 – Математическая кривая – клотоида

В дорожной практике в качестве переходной кривой или самостоятельного дорожного закругления, чаще всего используется начальный участок клотоиды (Рис. 1). Уравнение клотоиды имеет вид:

$$\rho = \frac{C}{S};$$

ρ – радиус кривизны

C – параметр клотоиды.

$$C = RL;$$

R – радиус кривизны конца рассматриваемого отрезка длиной L ;

L – длина отрезка клотоиды от её начала до точки на ней, где радиус кривизны $\rho = R$;

S – расстояние от начала клотоиды до данной точки на ней.

Длина переходной кривой:

$$L = \frac{v^3}{47RJ};$$

v – скорость автомобиля;

J – скорость нарастания центростремительного ускорения.

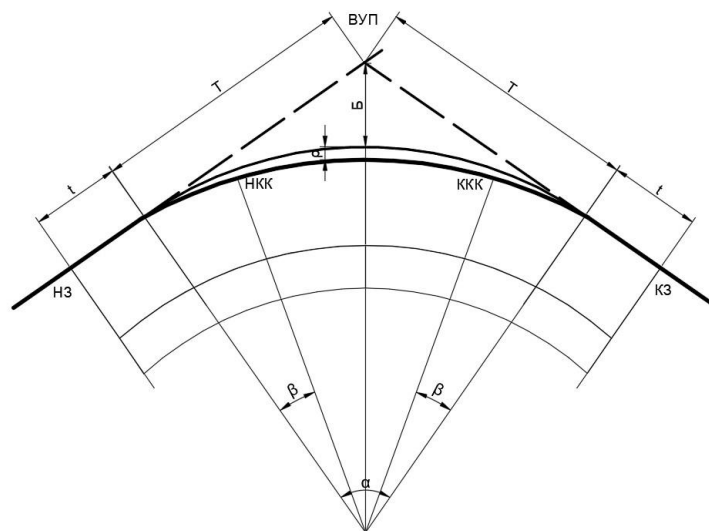


Рисунок 2 – Схема симметричного клотоидного закругления.

Расчет закругления ведут в следующей последовательности: определяют пикетажное положение вершины угла ПК ВУП; транспортиром находят величину угла поворота и по принятом радиусу по специальной таблице определяют K , T , B , D ; по таблице в зависимости от радиуса и категории дороги определяют L , величину угла кривой 2β , добавочный тангенс t , сдвигу круговой кривой p ; проверяют возможность разбивки переходной кривой, соблюдая условие $\alpha \geq 2\beta$. Определяют длину сокращенной круговой кривой K_0 , можно определить по таблице или по формуле:

$$K_0 = \frac{\pi R \gamma^\circ}{180^\circ};$$

Вычисляют полную длину закругления:

$$K = K_0 + 2L;$$

Вычисляем домер:

$$Д = 2(T + t) - K;$$

Определяют пикетажное положение основных точек закругления:

$$\text{пк НЗ} = \text{пк ВУП} - (T - t);$$

$$\text{пк НКК} = \text{НЗ} + l;$$

$$\text{пк ККК} = \text{НЗ} + l + K_0;$$

$$\text{пк КЗ} = \text{НЗ} + 2L + K_0;$$

Для примера сделаем цифровой расчет: категория дороги – II; радиус круговой кривой $R = 1500$ м; угол поворота $\alpha = 15^\circ$; пикетажное положение вершины угла – ПК 22 + 23,40; кривая – право.

Из таблицы для $\alpha = 15^\circ$, $T = 131,65$, но это для $R = 1000$. Чтобы перевести для $R = 1500$, воспользуемся формулой:

$$T = 131,65 * \frac{1500}{1000} = 197,475$$

Таблица 1 – Элементы переходных кривых.

Длина переходной кривой L, м	Угол 2β	Добавочный тангенс t, м	Сдвигка p, м
150	$5^\circ 44'$	75,00	0,63

Так как $\alpha = 15^\circ > 2\beta = 5^\circ 44'$, то разбивка переходной кривой возможна.

Делаем вычисления согласно формулам выше.

$$K_0 = \frac{3,14159 * 1500 * (15^\circ - 5^\circ 44')}{180^\circ} = 242,6 \text{ м.}$$

$$K = 242,6 + 300 = 542,6 \text{ м.}$$

$$Д = 2 * (197,475 + 75,00) - 542,6 = 2,35 \text{ м.}$$

Пикетное положение основных точек:

$$\text{пк НЗ} = (22 + 23,40) - (197,475 + 75,00) = \text{ПК } 19 + 50,925;$$

$$\text{пк НКК} = (\text{ПК } 19 + 50,925) + 150 = \text{ПК } 21 + 0,925;$$

$$\text{пк ККК} = (\text{ПК } 19 + 50,925) + 150 + 242,6 = \text{ПК } 22 + 92,6;$$

$$\text{пк КЗ} = (\text{ПК } 19 + 50,925) + 2 * 150 + 242,6 = \text{ПК } 24 + 42,6;$$

Литература:

1. Г. В. Ахраменко, Е. А. Темников, Проектирование автомобильных дорог. Часть 1, Гомель 2014.
2. И. К. Яцкевич, Е. И. Кононова, Проектирование автомобильных дорог. Методические указания по выполнению курсового проекта № 1, Минск 2009.

Секция 6

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОДЕЗИИ

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СУММ В СИСТЕМЕ «GEOGEBRA»

*Дубинин Даниил Николаевич, Купчик Данила Александрович,
студенты 1-го курса кафедры «Геодезии и аэрокосмических геотехнологий»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

На сегодняшний день существует множество математических программ для решения определённых типов задач, а также специальных типов программ, называемых графическими калькуляторами для построения графиков функций и поверхностей. При изучении курса математики мы использовали Wolfram Mathematica, Desmos, GeoGebra и CalcPlot3D.

GeoGebra – математическая система, которую можно использовать практически на всех уровнях образования. Язык, на котором написана программа предоставляет большие возможности для анимации.

В нашей работе мы продемонстрируем построение интегральных сумм. Для начала выясним, что такое интегральная сумма. Пусть функция $y=f(x)$ определена и ограничена на отрезке $[a;b]$ на n частей точками x_1, x_2, \dots, x_n . Длина отрезка будет вычисляться по формуле $\Delta x_k = x_k - x_{k-1}$. На каждом отрезке выбираем точку ξ и составляем сумму: $\sum f(\xi_k) \Delta x_k$ (эта сумма и называется интегральной суммой). Геометрический смысл интегральных сумм представляет собой сумму площадей прямоугольников. Различают нижнюю и верхнюю суммы Дарбу, интегральные суммы по левым концам, по правым концам интервалов, по серединам интервалов.

В нашей программе можно изменять аналитическое задание функции, отрезок интегрирования, количество отрезков разбиения. Для наглядности сразу вычисляется интеграл, значение которого равно точному значению площади.

Для того чтобы визуализировать интегральную сумму, возьмём, например, следующую функцию: $f(x) = 0.5x^2 + 1$, заданную на промежутке $[-2,3]$ и количество отрезков разбиения равное 10. Вводим все значение в программу и получаем следующий результат (рис.1)

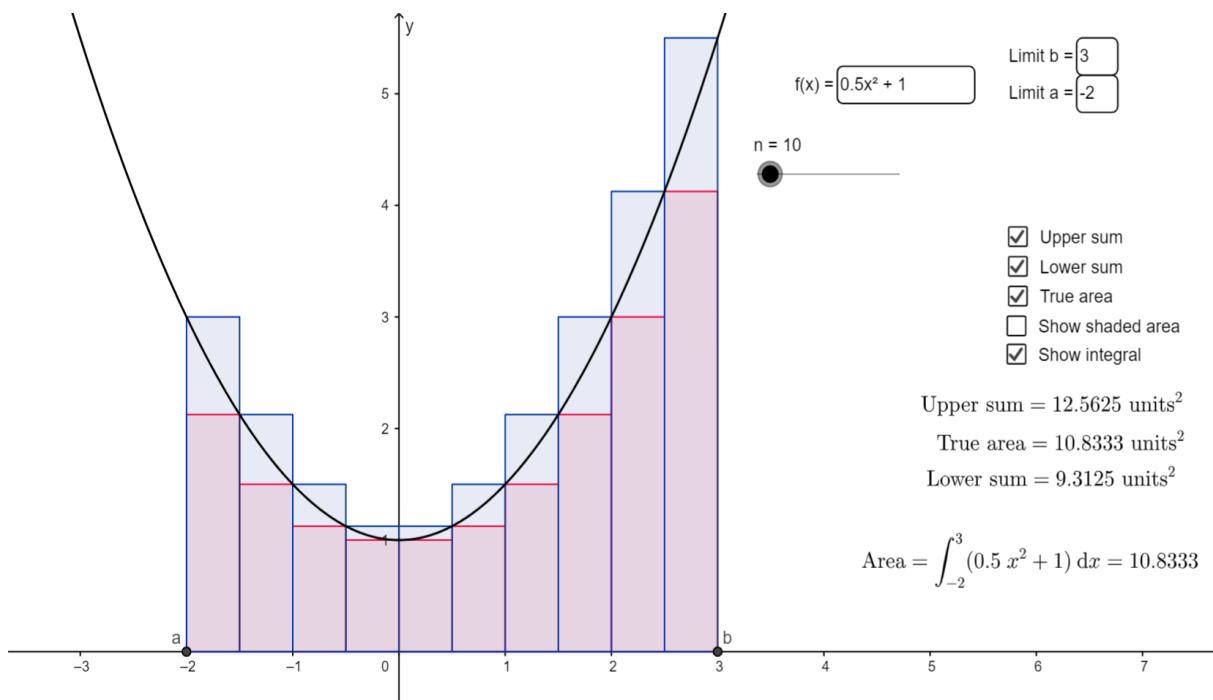


Рисунок 1 – Приближение площади нижней и верхней суммами Дарбу

Из рисунка 1 видим, что GeoGebra построила график и посчитала верхнюю и нижнюю сумму Дарбу, а также сумму всех площадей прямоугольников.

ВОЗДУШНОЕ И МОБИЛЬНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Имбицкий Даниил Денисович, Сазановец Алексей Владимирович,
студенты 2-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Комадей И.Ю., старший преподаватель)*

Технологии лазерного сканирования уже довольно давно используются в современном мире и применяются во многих инженерных изысканиях. Сканирование позволяет получить высокоточные данные о пространственном положении объектов.

Воздушное лазерное сканирование

Воздушное лазерное сканирование (или ЛИДАР – LIDAR)— это технология высокочастотного облучения лазерным излучателем земной поверхности, для сбора геопространственных данных по рельефу и наземным объектам, а также картографирования местности в трёхмерном режиме с летательного аппарата с применением скоростной сканирующей системы высокой точности, определяющей точки и координаты лазерных отражений и фильтров наземных объектов по определённым заданным характеристикам. ВЛС лежит в основе получения трёхмерных моделей рельефа и поверхности. Данный метод съёмки используется для создания подробных цифровых моделей городов, обследования протяжённых линейных объектов, инвентаризации лесов, топографической съёмки рельефа, трёхмерного моделирования районов разработок полезных ископаемых и многих других целей.

В основе технологии воздушного лазерного сканирования лежит фиксация и излучение лазерных отражений с помощью лазерного сканера (лидара), размещённого на воздушном судне. Функционал навигационного блока воздушного сканера основывается на отлаженном взаимодействии GNSS-системы спутниковой навигации с инерциальной системой в режиме настоящего времени. Сканер делает от двух до нескольких десятков измерений лазерных отражений, в зависимости от требуемой точности, на каждый квадратный метр территории. Благодаря многократности отражений лазерного луча и высокой плотности точек от земной поверхности технология воздушного лазерного сканирования даёт возможность получать высокоточную цифровую модель рельефа (ЦМР), включая здания, коммуникации и растительность, сооружения,

что особенно актуально для поверхности земли под кронами деревьев и плотной городской застройки.

Мобильное лазерное сканирование

Мобильное лазерное сканирование (МЛС) — это один из самых высокотехнологичных и точных на сегодняшний день методов съёмки. Представляя собой аналог наземного лазерного сканирования (НЛС), мобильное 3D сканирование производится при движении сканера, установленного на автотранспортное средство. При этом скорость съёмки аналогична со скоростью движения автотранспортного средства. Ни один другой способ не даёт такой-либо даже подобной производительности при сборе пространственной информации, с абсолютной точностью первых сантиметров.

Мобильное лазерное сканирование является лучшим способом оптимизации производства работ для получения следующих результатов:

Проведение топографической съёмки линейных объектов (автодороги, железные дороги, мосты, тоннели);

- Создание 3D моделей объектов;
- Создание поперечных и продольных профилей автодороги;
- Анализ поперечных и продольных уклонов проезжей части;
- Построение цифровых моделей дорожного покрытия и цифровых 3D моделей рельефа;
- Создание паспорта автодороги;
- Оценка колейности и определение продольной ровности покрытия по международному индексу ровности IRI;
- Оценка зон видимости;
- Создание ведомостей дорожных ограждений, дорожных знаков, информационных и рекламных щитов и т. д. с приложением фотоматериалов.

В результате использования современных мобильных картографических комплексов скорость измерения составляет до 2 млн точек в секунду с детальностью полученной информации об объекте на уровне 4 см. Средняя скорость при движения съёмочного комплекса — 70 км/час. Кроме этого, выходным результатом являются изображения, в том числе панорамные снимки местности, с шагом порядка 5 метров.

Поэтому можно точно сказать, что при строительстве и диагностике автомобильных дорог, будут использовать, как и мобильное лазерное сканирование, так и воздушное лазерное сканирование. С помощью их можно проводить инженерные изыскания под строительство и реконструкцию дорог, создавать паспорта автодорог, включая ведомости дорожных объектов, определять параметры геометрических элементов дороги (длина участка, ширина дорожного покрытия, площадь дорожного покрытия, поперечная ровность и т.д.), получать актуальные данные о состоянии дорожного полотна с

выявлением повреждений, дефектов и выделением площадей для локального текущего ремонта, а также получением оценки колеи дорожного полотна, построить 3-мерную модель дорожной сети для создания цифровых копий транспортной инфраструктуры и съёмку развязок, мостов, эстакад для отслеживания и определения состояния инженерного оборудования и создания их трехмерных моделей.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ

*Гущина Алина Дмитриевна, студентка 2-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

Наиболее фундаментальным понятием в евклидовой геометрии на плоскости является прямая линия. В процессе развития геодезии как науки, изучающей методы измерения земной поверхности и определения размеров земного шара, возникла потребность обобщить понятие отрезка прямой как кратчайшего расстояния между двумя точками на произвольные регулярные поверхности. Хотя большинство поверхностей изгибаются таким образом, что они не содержат прямых линий, они содержат кривые, называемые геодезическими, которые обладают многими важными характеристическими свойствами прямых линий.

Определения геодезических линий в различных пространствах зависят от конкретной структуры (метрики, линейного элемента, линейной связи), на которой основана геометрия конкретного пространства. В геометрии пространств, в которых метрика считается заданной заранее, геодезические линии определяются как локально самые короткие. В пространствах с соединением геодезическая линия определяется как кривая, для которой касательное векторное поле параллельно этой кривой. В римановой и финслеровой геометриях, где элемент линии задан заранее (другими словами, задана метрика в касательном пространстве в каждой точке рассматриваемого многообразия), а длины линий получены путем последующего интегрирования, геодезические линии определяются как экстремали функционала длины.

Геодезические линии были впервые изучены Дж. Бернулли и Л. Эйлером, которые попытались найти самые короткие линии на регулярных поверхностях в евклидовом пространстве. На таких линиях геодезическая кривизна исчезает, и главная нормаль таких кривых параллельна нормали к поверхности. Геодезические линии сохраняются при изометрической деформации.

Геодезические линии в римановых пространствах изучены наиболее тщательно. Пусть M^n - n -мерное риманово пространство с метрическим тензором g_{ij} класса C^k , $k \geq 2$. Определение геодезической линии как экстремальной позволяет записать ее дифференциальное уравнение в произвольных локальных координатах x^i , $i = 1, \dots, n$, или любая параметризация $\gamma = (x^i(t))$:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial \dot{x}^i} \right) - \frac{\partial F}{\partial x^i} = 0$$

Справедлива теорема

Пусть γ - кратчайший путь на поверхности S , соединяющий две точки p и q . Тогда часть γ , содержащаяся в любом участке σ поверхности S , должна быть геодезической.

Однако обратное утверждение в теореме не обязательно верно. Если γ - геодезическая на σ , соединяющая p и q . Тогда γ не обязательно должен быть кратчайшим путем между двумя точками. Например, большой круг, соединяющий две точки p и q на сфере, разделен точками на две дуги окружности. Обе дуги являются геодезическими. Только более короткий из них является кратчайшим путем, соединяющим p и q (Рис.1)

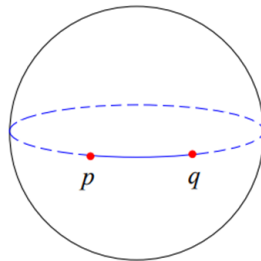


Рисунок 1 – Геодезические на сфере

Геодезические линии обладают некоторыми важными свойствами.

1. На всяком достаточно малом куске поверхности можно провести через две точки одну и только одну дугу геодезической линии.

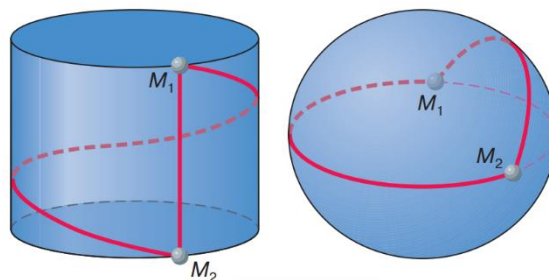


Рисунок 2 – Иллюстрация к свойству 2

2. На всяком куске поверхности можно построить угол с геодезическими сторонами таким же образом и так же его переносить, как угол с прямолинейными сторонами на плоскости

3. Гладкая кривая на поверхности является геодезической тогда и только тогда, когда она обладает параллельным полем касательных прямых

Если F – гладкая поверхность класса C^k ($k \geq 2$). Сеть на поверхности F называется полугеодезической, если она ортогональна и одно семейство ее линий состоит из геодезических.

Пусть M — точка на поверхности F . Построим на поверхности полугеодезическую сеть. Для этого через точку M проведем на поверхности F гладкую линию γ . В качестве одного семейства линий сети возьмем геодезические, ортогональные линии, а в качестве линий другого семейства примем ортогональные траектории этого семейства геодезических линий (т. е. такие линии, которые пересекают каждую из построенных геодезических под прямым углом). В частности, линия γ будет одной из линий этого семейства. Оба эти семейства и образуют полугеодезическую сеть (Рис.3).

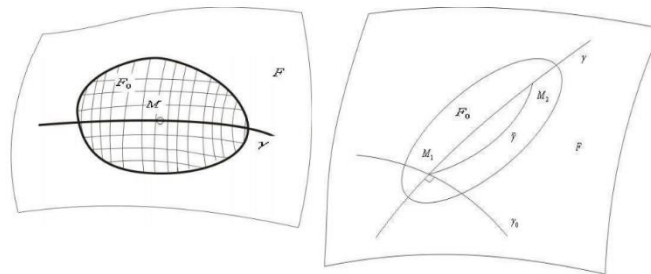


Рисунок 3 – Построение полугеодезической сети на поверхности

Теория геодезических линий и геодезических отображений интересна с прикладной точки зрения и для современных исследований, поскольку движение многих типов механических систем, а также тел или частиц в гравитационном и электромагнитном полях в непрерывной среде часто происходит по траекториям, которые можно рассматривать как геодезические линии некоторых пространств с тремя или более измерениями, определяемыми энергетическими режимами, в которых протекают процессы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ГЕОДЕЗИИ

*Евстрат Ольга Владимировна, Циханович Диана Олеговна,
студенты 1-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Кабацкий А.В., старший преподаватель)*

Одной из важных целей, выполняемых в геодезии, является топографическая съемка и составление подробного плана местности. В связи с этим, применяют беспилотные летательные аппараты (БПЛА), способствующие более эффективной работе.

Сегодня БПЛА значительно превосходят наземные инструменты. Помимо этого, использование беспилотников позволяет оперативно и на должном уровне получать данные с воздуха.

Вместе с тем, внедрение дистанционно управляемых аппаратов в работу, выполняемую над землей, дало возможность заместить уже используемые воздушные аппараты (спутники, вертолеты, самолеты) для съемки с воздуха. К тому же, смотря какой необходим характер геодезической работы выбирается не только модель беспилотника, но и ПО специального назначения. Использование таких компактных и мобильных аппаратов значительно экономит время, а также обеспечивается безопасность геодезической бригады в потенциально опасных зоны при проведении работ.

Дроны позволяют быстро создавать высокоточную цифровую модель местности. Они являются идеальным дополнением к картам для целей дизайна и, в отличие от них, всегда являются полным, реальным и актуальным источником пространственной информации о зоне исследования. Пример беспилотного летательного аппарата представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – БПЛА вертолетного типа

Возможность сшивки цифровых снимков, и преобразование их в высококачественные 2D/3D карты, и получение необходимых топографических данных с беспилотников является главным преимуществом программ, которые предназначены для обработки снимков. Комбинирование и обработка нескольких аэрофотоснимков с географической привязкой, позволяют создавать трехмерные облака точек и ортофотопланы.

С помощью новейших способов сбора и обработки информации, можно обеспечить высокую точность съемки посредством БПЛА. Благодаря этим технологиям, беспилотные решения для геодезии могут значительно отличаться разной степенью точности, так как это во многом зависит от требований проекта.

В заключение можно сделать вывод, что беспилотные летательные аппараты могут с легкостью заменить традиционные измерительные инструменты, например, имеют возможность беспрепятственно проводить топографическую съемку в труднопроходимой местности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ «GEOGEBRA» ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ НА ПЛОСКОСТИ И В ПРОСТРАНСТВЕ»

*Лоза Максим, Никита Дрaбёнок, Никита Миронов, студенты 1-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

Цель работы: Изучение алгоритмов работы программы GeoGebra, использование компьютерной математики для решения задач аналитической геометрии.

Через данную программу осуществляется наглядная демонстрация графиков, вычисление корней, экстремумов и интегралов. Все это возможно за счет команд встроенного языка Java.

Окно работы включает в себя большое количество элементов навигации по приложению. Среди них: меню программы; поле ввода уравнения прямых, плоскостей, формул и различных функций; поле построения прямых, плоскостей, формул и различных функций.

Возможности программы позволяют совершать действия с матрицами (сложение, умножение; транспортирование, инвертирование), находить точки пересечения, работать со статистическими функциями (вычисления математического ожидания, дисперсии; вычисления коэффициента корреляции)

В калькуляторе присутствует меню математических функций (Рис. 1), состоящее из различных разделов математики (среди которых разделы алгебры, геометрии, векторов, матрицы и т. д.). Из чего можно сделать вывод, что GeoGebra может решать большинство видов аналитических задач.

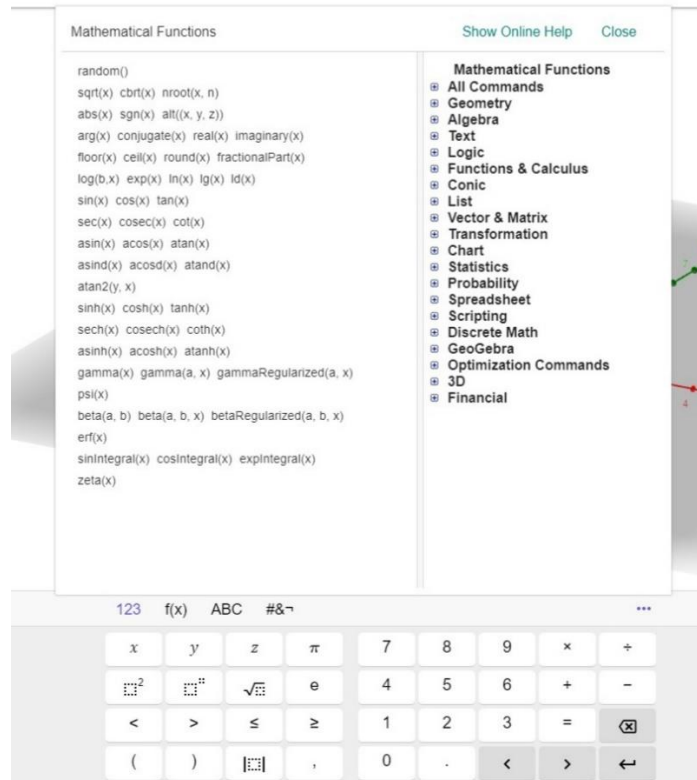


Рисунок 1 – Меню встроенных функций GeoGebra

Рассмотрим на конкретном примере, как работает GeoGebra при решении задач аналитической геометрии в пространстве. Для этого сначала решим задачу аналитически, затем пропишем решение в системе, используя встроенные функции.

Пример 1. Найти точку пересечения плоскости $3x - y + 2z - 8 = 0$ и прямой $\frac{x-7}{5} = \frac{y-1}{1} = \frac{z-5}{4}$

Решение:

1. Перейдём от канонической к параметрической форме записи. Из уравнения $\frac{x-7}{5} = \frac{y-1}{1} = \frac{z-5}{4}$ найдем $\begin{cases} x = 7 + 5t, \\ y = 1 + t, \\ z = 5 + 4t. \end{cases}$

2. Подставим значения в уравнение плоскости $3x - y + 2z - 8 = 0$ получим:

$$3(7 + 5t) - (1 + t) + 2(5 + 4t) - 8 = 0.$$

Решив уравнение, найдём $t = -1$.

3. Подставим t в выражение для x, y и z из пункта 1 и найдем их числовые значения $x = 2, y = 0, z = 1$:

Ответ: $A(2, 0, 1)$

Рассмотрим, как работает GeoGebra при нахождении точки пересечения прямой и плоскости (Рис. 2).

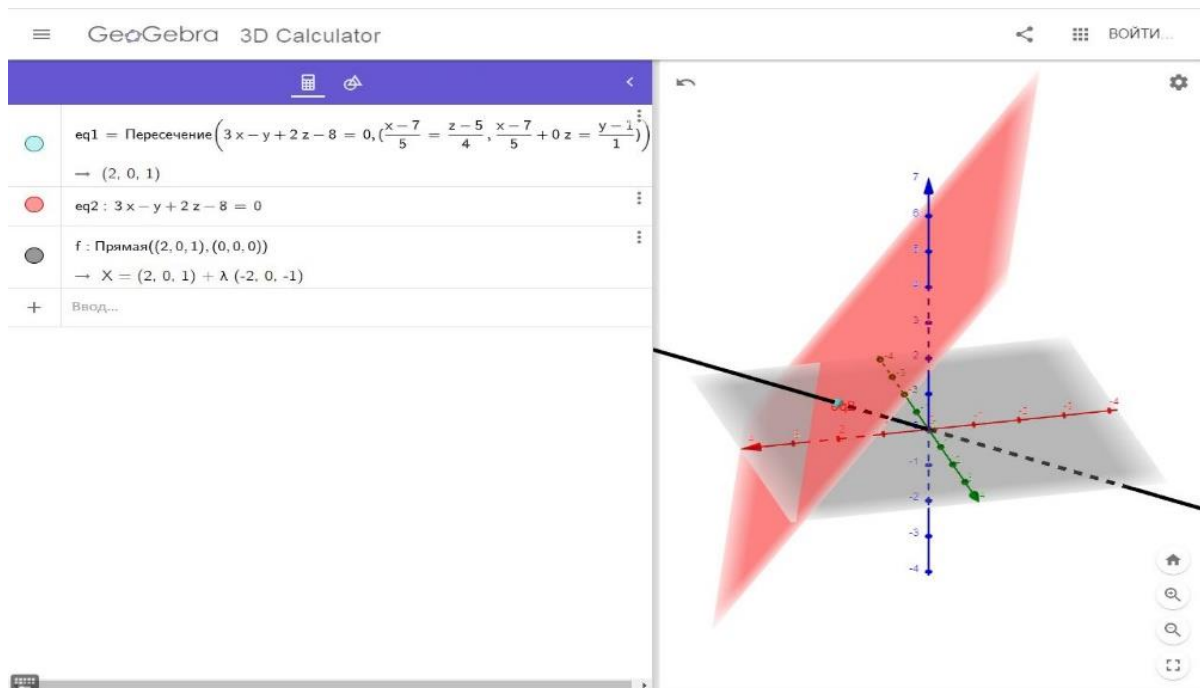


Рисунок 2 – Пересечение плоскости $3x - y + 2z - 8 = 0$ и прямой $\frac{x-7}{5} = \frac{y-1}{1} = \frac{z-5}{4}$

Мы видим, что вся задача была решена в одной записи.

Таким образом, используя GeoGebra, можно отлично справиться с разнообразными задачами на тему «Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве» и проиллюстрировать решение задачи наглядным рисунком.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ В ГЕОДЕЗИИ

*Купчик Данила Александрович, Саевич Матвей Игоревич,
студенты 1-го курса кафедры «Геодезии и аэрокосмических геотехнологий»
(Научный руководитель – Кабацкий А.В., старший преподаватель)*

Сегодня быстрые темпы строительства инженерных сооружений, а также развитие трёхмерного моделирования требуют внедрения новых технологий и методов выполнения геодезических задач. Примером таких технологий являются лазерные сканеры. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Наземный лазерный сканер

Лазерные сканеры на сегодняшний день являются самыми быстрыми и высокопроизводительными технологиями для получения точной и полной информации о пространстве объекта. Смысл сканеров заключается в том, что оборудование определяет пространственные координаты точек объекта. Определение точек происходит с очень высокой скоростью. Вся работа лазерного сканера осуществляется с помощью компьютера с набором различных программ и специальным программным обеспечением по обработке сканов. Программное обеспечение играет очень важную роль в обработке полученных данных, например оно должно позволять редактировать облака точек, ориентировать точечные модели, строить Mesh-поверхности (полигональная сеть), создавать профили и разрезы. Примером такого обеспечения является ПО Cyclone, которое включает в себя набор программных модулей. (Рис.2).

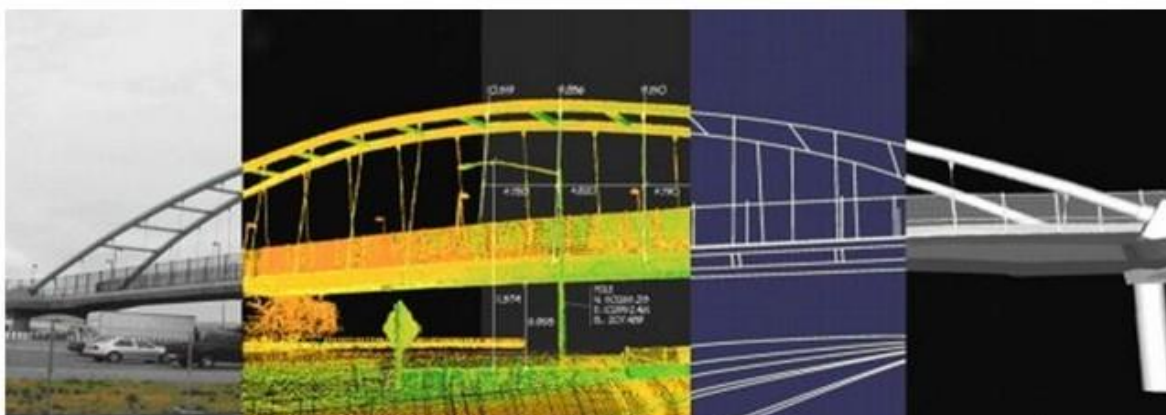


Рисунок 2 – порядок обработки облаков точек объекта в Cyclone

Работа по сканированию происходит в несколько этапов из-за форм объекта. Пример – четыре стены здания. Полученные модели стен совмещают друг с другом в единое пространство в специальном программном модуле.

Наземные сканеры сыграли большую роль в развитии геодезии, в них полностью реализован принцип дистанционного зондирования, они полностью дают всю подробную информацию определения точек на поверхности, лазерное сканирование имеет высокую скорость.

НАХОЖДЕНИЕ ТРЕХГРАННИКА ФРЕНЕ В СИСТЕМЕ «GEOGEBRA» И ПОСТРОЕНИЕ ТРЁХГРАННИКА В CALCPLOT3D

*Давид Михаил Андреевич, Березовик Анна Михайловна,
студенты 2-го курса кафедры «Геодезии и аэрокосмических геотехнологий»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

Репер Френе (τ, n, β) пространственной кривой в \mathbf{R}^3 — это три единичных вектора: вектор касательной, нормали и бинормали соответственно, задающие направление рёбер сопровождающего трёхгранника (Рис.1).

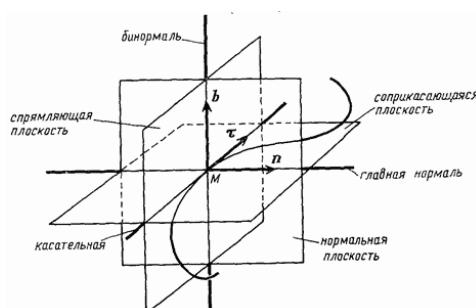


Рисунок 1 – Репер Френе в сопровождающем трёхграннике

Нахождение векторов репера и уравнений плоскостей трёхгранника аналитически представляет собой трудоёмкую задачу.

С использованием систем компьютерной графики процесс построения и исследования кривых путём построения трёхгранника Френе представляется достаточно простым.

Рассмотрим две системы компьютерной алгебры, которые позволяют сделать это, и сравним их возможности (Рис.2).

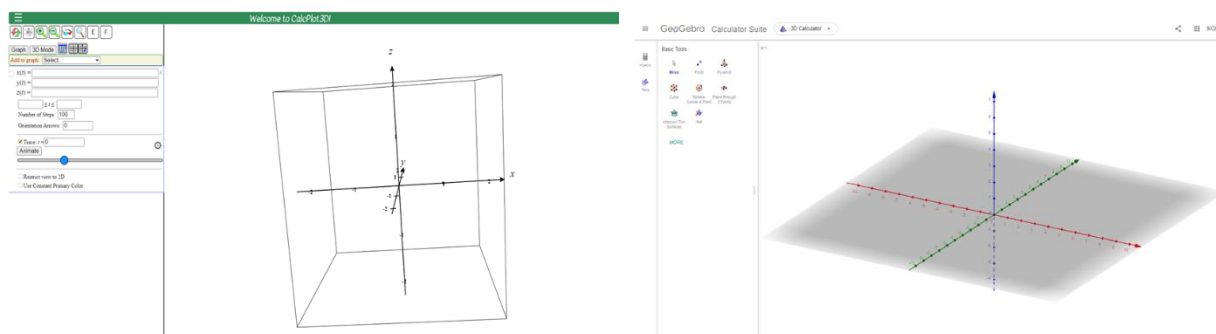


Рисунок 2 – Сравнение интерфейсов программ GeoGebra и CalcPlot3D

CalcPlot3D предназначена для динамической визуализации и исследования среды для многомерного исчисления. В ней предусмотрено построение трёхгранника путём выбора специальной опции. Такая же функция присутствует в программе GeoGebra, но при этом репер Френе должен быть предварительно построен с использованием специальных функций программы. Плоскости трёхгранника также должны быть построены отдельно.

При сравнении этих программ предпочтение отдали CalcPlot3D, т. к. в ней уже встроена функция построения трёхгранника Френе, благодаря чему на это уходит меньше времени.

После открытия программы, в окне «Add to graph» можно выбрать геометрический объект, или ввести самим уравнения объекта. Для построения репера Френе будем работать со «Space Curve», что в переводе значит «Пространственная кривая». Далее появится вкладка, где можно задать уравнения кривой.

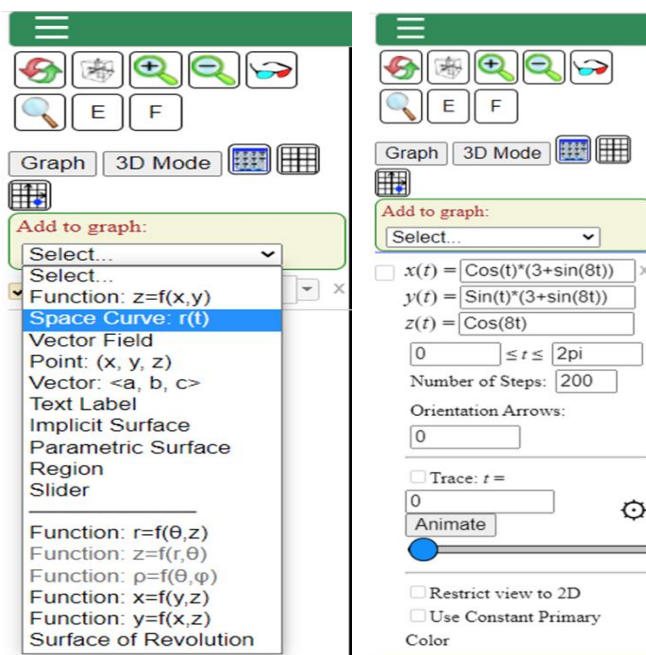


Рисунок 3 – Выбор кривой

Также параметры кривой можно взять из уже готовых примеров программы. Для этого нужно нажать на три палочки в верхнем левом углу, затем нажать на Examples и нажать на Space Curves. В качестве примера возьмем Helix, (спираль).

Как говорилось ранее, в программе встроена функция построения трёхгранника Френе. Для её включения нужно проделать несколько действий. Для этого переходим в настройки нашего графика и включаем отображение трёхгранника Френе и для наглядности увеличиваем ширину нашей кривой.

Также можно включить подсчёт кривизны кривой в любой точке области определения. Результат представлен на том же рисунке 4.

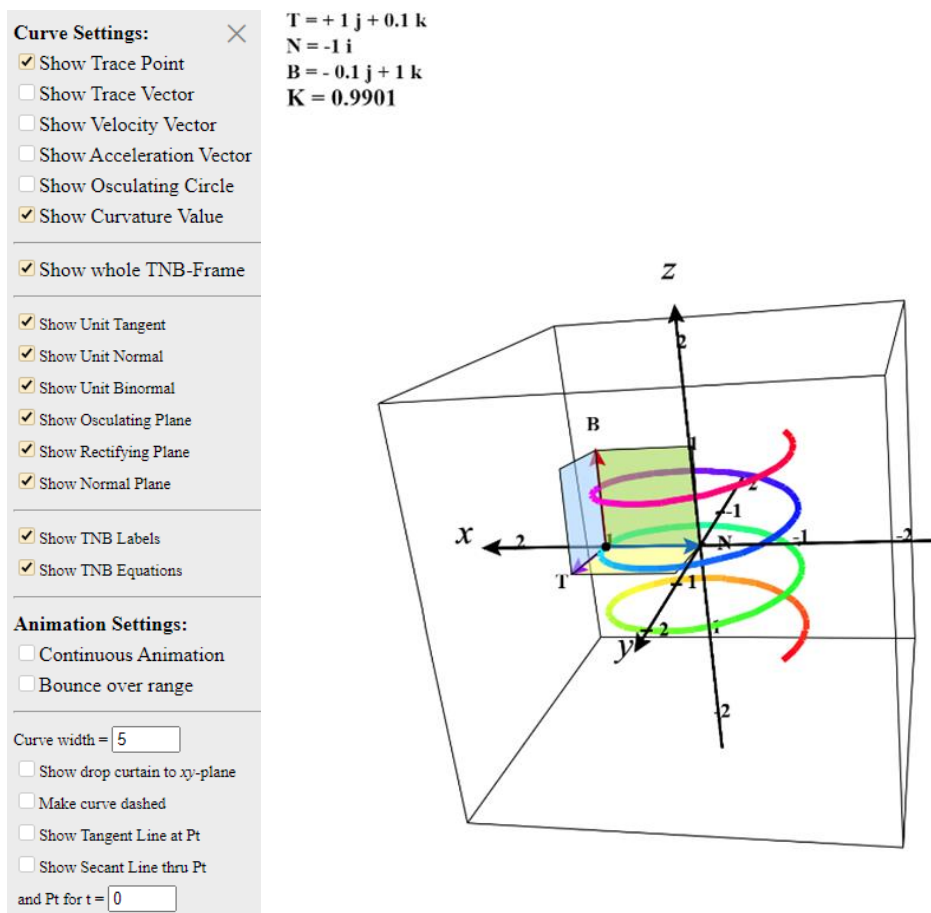


Рисунок 4 – Трёхгранник Френе, построенный для спирали

Если же мы используем возможности анимации, то получим очень увлекательное зрелище скольжения трёхгранника по пространственной кривой.

Использование систем компьютерной алгебры облегчает понимание и усвоение сложного материала по дифференциальной геометрии.

ОДНОСТОРОННИЕ ПОВЕРХНОСТИ

*Наварич Дмитрий Леонидович, студент 2-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

Мы привыкли к тому, что у каждой поверхности – например, у листа бумаги, у футбольной или велосипедной камеры – две стороны. Ясно, что перейти с одной стороны на другую можно, только если каким-то образом перейти через край либо пройти сквозь поверхность.



Рисунок 1 – Лист бумаги

Если свернуть полоску бумаги в кольцо и склеить концы, то она, как была двусторонней, так и останется. А вот если, прежде чем склеивать, перекрутить один из концов, получится «лист Мебиуса», иначе называемый «лентой Мебиуса». Его свойства независимо друг от друга открыли два немецких математика – Август Фердинанд Мебиус и Иоганн Бенедикт Листинг, описавшие его в 1862–65 годах.

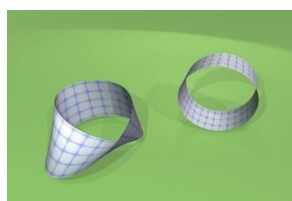


Рисунок 2 – Лист Мёбиуса

Во-первых, если путешествуешь по листу Мёбиуса, то, даже если нигде не пересечешь край, все равно можно побывать с обеих сторон полоски! Поэтому и говорят, что лист Мёбиуса имеет не две, а только одну сторону: это **односторонняя поверхность**. Разумеется, если начать красить одну из сторон, то выкрашенным окажется весь лист, даже если мы и не перейдем через его край. Поэтому, собственно и говорят, что у листа Мебиуса не две, а только одна сторона – это односторонняя поверхность.

Обычное кольцо – это двусторонняя поверхность с краем (даже с двумя), но есть и двусторонние поверхности без края: например, сфера или тор.

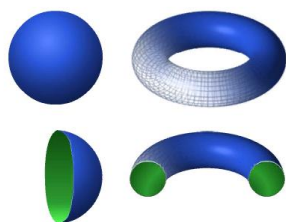


Рисунок 3 – Двусторонние поверхности

Лист Мебиуса – это односторонняя поверхность с краем. А существуют ли односторонние поверхности без края (двусторонними поверхностями без края являются, например, сфера или тор)? Оказывается, в трехмерном пространстве такие поверхности могут существовать только если разрешать им пересекать сами себя. Такова бутылка Клейна, названная в честь великого немецкого математика Августа Клейна. Она получается, если хитрым образом соединить концы трубы, которая может пересечь сама себя. Считается, что, проходя через линию пересечения, мы просто продолжаем свой путь, не отвлекаясь на нее. Для наглядности можно рассмотреть также продольный разрез бутылки Клейна.



Рисунок 4 – «Бутылка Клейна» в стекле и в разрезе

Нетрудно видеть, что поперечный разрез бутылки Клейна напоминает лист Мебиуса, и действительно, оказывается, ее можно сделать, склеив два листа Мебиуса краями (с самопересечением). В том, что бутылка Клейна – действительно односторонняя поверхность, можно убедиться и с помощью двумерных существ. Односторонние поверхности фигурируют во многих произведениях литературы и искусства, например, на скульптуре Макса Билла. Лист Мебиуса изображен на ряде эмблем, связанных с математикой, в том числе на значке механико-математического факультета МГУ.

Теперь дадим общее определение односторонней поверхности: гладкая поверхность называется односторонней, если не существует ненулевого гладкого вектора поля нормалей, определенного на всей поверхности. То есть,

проще говоря: если на гладкой поверхности существует хотя бы одна точка и хотя бы один замкнутый, не пересекающий границы поверхности контур, при обходе по которому направление нормали изменится на противоположное, то поверхность называется односторонней. Если для любой точки поверхности и любого замкнутого контура, не пересекающего границы поверхности, окажется, что после его обхода направление нормали не изменится, то поверхность называется двусторонней.

Теперь рассмотрим доказательство односторонней поверхности.

Пусть V — гладкая параметризованная поверхность, определяемая векторным уравнением $\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v)$ и состоящая из регулярных точек. В каждой точке $M(u, v)$ поверхности V определен ненулевой нормальный вектор $\mathbf{N} = \mathbf{r}_u \times \mathbf{r}_v$. Обе эти вектор-функции являются гладкими. Поэтому в достаточно малой окрестности точки $M(u, v)$ все нормальные векторы поверхности V образуют векторное поле (то есть в каждой точке задан единственный нормальный вектор). В этой же окрестности существует другое векторное поле, а именно $-\mathbf{N}$.

Теперь рассмотрим так называемую поверхность Мёбиуса (или лист Мёбиуса, пояс Мёбиуса), которая получается из прямоугольной полоски бумаги, если ее перекрутить один раз и склеить (рис. 2). Для каждой точки M этой поверхности существует замкнутый путь, лежащий на этой поверхности и такой, что при движении по этому пути из точки M в точку M ненулевой вектор нормали \mathbf{N} изменяет свое направление на противоположное. Отсюда следует, что если мы зададим в некоторой окрестности точки M нормальное векторное поле, то после его гладкого продолжения на весь лист Мёбиуса оно перестанет быть векторным полем, поскольку в точке M окажется два различных значения вектора нормали.

Это свойство можно сформулировать по-другому: обойдя лист Мёбиуса по замкнутому контуру, мы перешли с одной стороны поверхности на другую.

Таким образом, и односторонние и двусторонние поверхности играют в дифференциальной геометрии большую роль.

ПОВЕРХНОСТИ ПОСТОЯННОЙ КРИВИЗНЫ

*Картавенко Роман Игоревич, Хотькин Илья Александрович,
студенты 2-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

В данной работе мы опишем три геометрии поверхностей, а именно Евклидова, Лобачевского, Римана.

Как и евклидова, эти геометрии относятся к метрическим геометриям пространства постоянной кривизны. Нулевая кривизна соответствует евклидовой геометрии, положительная — совпадающим по локальным свойствам сферической или геометрии Римана, отрицательная — геометрии Лобачевского.

Евклидом в его главном труде книге «Начала», которая была создана около 300 года до н. э. Данная книга считается вершиной античной математики и в ней впервые были написаны аксиомы и постулаты.

Постулаты Евклида звучали так:

1. От всякой точки до всякой точки можно провести прямую.
2. Ограниченную прямую можно непрерывно продолжать по прямой.
3. Из всякого центра всяким радиусом может быть описан круг.
4. Все прямые углы равны между собой.
5. Если прямая, пересекающая две прямые, образует внутренние односторонние углы, меньшие двух прямых, то, продолженные неограниченно, эти две прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых.

Наиболее интересен в аксиоматике Евклида последний, знаменитый пятый постулат. Среди других, интуитивно очевидных постулатов, он нарочито чужероден, его громоздкая формулировка закономерно вызывает некоторое чувство протеста и желание отыскать для него доказательство. Такие доказательства уже в древности пытались построить Птолемей и Прокл; а в Новое время из этих попыток развилась неевклидова геометрия. Следует отметить, что первые 28 теорем I книги относятся к абсолютной геометрии, то есть не опираются на V постулат.

За постулатами следуют аксиомы, которые имеют характер общих утверждений, относящихся в равной мере как к числам, так и к непрерывным величинам:

1. Равные одному и тому же равны и между собой.
2. И если к равным прибавляются равные, то и целые будут равны.
3. И если от равных отнимаются равные, то остатки будут равны.

4. И если к неравным прибавляются равные, то целые будут не равны.
5. И удвоенные одного и того же равны между собой.
6. И половины одного и того же равны между собой.
7. И совмещающиеся друг с другом равны между собой.
8. И целое больше части.
9. И две прямые не содержат пространства.

Ранее мы затронули тему неевклидовой геометрии 7 февраля 1832 года Николай Лобачевский представил на суд коллег свой первый труд по неевклидовой геометрии. Этот день стал началом переворота в математике, а работа Лобачевского - первым шагом к теории относительности Эйнштейна.

На самом деле геометрия Лобачевского не слишком сильно отличается от привычной нам Евклидовой. Дело в том, что из пяти постулатов Евклида четыре первых Лобачевский оставил без изменения. То есть он согласен с Евклидом с четырьмя постулатами, а не согласился только с пятым, наиболее сомнительным с его точки зрения постулатом Евклида. Звучит его формулировка чрезвычайно мудрено, но если переводить ее на понятный простому человеку язык, то получается, что, по мнению Евклида, две непараллельные прямые обязательно пересекутся. Лобачевский сумел доказать ложность этого посыла.

Так как и Лобачевский постулаты Евклида рассматривал и Риман.

Риманова геометрия — многомерное обобщение геометрии на поверхности, представляющее собой теорию римановых пространств, т. е. таких пространств, где в малых областях приближённо имеет место евклидова геометрия (с точностью до малых высшего порядка сравнительно с размерами области). Риманова геометрия получила своё название по имени Б. Римана, который заложил её основы в 1854 г.

Простейший пример риманова пространства представляет любая гладкая поверхность. Действительно, в достаточно малой окрестности любой точки она совпадает (с точностью до величин высшего порядка малости) с касательной плоскостью в этой точке; поэтому в такой окрестности соотношения длин на поверхности будут такими же, как на плоскости (конечно, с точностью до малых величин высшего порядка). Таким образом, в малых областях поверхности имеет место (с точностью до малых величин высшего порядка) евклидова геометрия.

Например, при измерениях на участках земной поверхности, малых в сравнении с размерами земного шара, можно с успехом применять обычную планиметрию. Однако результаты измерений на больших участках обнаруживают существенное отклонение от законов планиметрии.

Таким образом, поверхность, рассматриваемая с точки зрения измерений, проводимых на ней, оказывается двумерным пространством, геометрия которого (т. н. внутренняя геометрия поверхности), будучи евклидовой в бесконечно малом, в целом не является евклидовой; к тому же, как правило, такое

пространство неоднородно по своим геометрическим свойствам. Внутренняя геометрия поверхности есть не что иное, как риманова геометрия в случае двух измерений, а поверхность, рассматриваемая с точки зрения её внутренней геометрии, есть двумерное риманово пространство.

ПОСТРОЕНИЕ ЯВНЫХ, НЕЯВНЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ «CALCPLOT3D»

*Андрейчиков Владислав Владимирович, Трофимчик Илья Александрович,
студенты 2-го курса кафедры «Геодезии и аэрокосмических геотехнологий»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

Поверхности широко применяются в различных областях науки и техники при создании очертаний различных форм или как объекты инженерных исследований.

Различают три основных способа задания поверхностей:

1. Явный — $z = f(x, y)$;
2. Неявный — $F(x, y, z) = 0$;
3. Параметрический —
$$\begin{cases} x = x(u, v), \\ y = y(u, v), \\ z = z(u, v). \end{cases}$$

Без использования систем компьютерной графики процесс построения и исследования поверхностей представляется достаточно трудоёмким. При изучении дисциплины «Дифференциальная геометрия и основы теории поверхностей» наряду с графическими калькуляторами «Desmos» и системой «GeoGebra» мы применяли систему «CalcPlot3D».

CalcPlot3D предназначена для динамической визуализации и исследования среды для многомерного исчисления. Её используют для иллюстрации геометрических взаимосвязей объектов многомерного исчисления, для иллюстрации изменения векторов скорости и ускорения для движения в плоскости и в пространстве, для построения движущегося трёхгранника Френе, для построения соприкасающейся окружности и вычисления кривизны кривой, для построения линий уровня поверхностей, для демонстрации векторов градиента и векторных полей, для определения пределов интегрирования для двойных и тройных интегралов.

Использование системы CalcPlot3D позволяет построить поверхность, заданную функциями, с достаточно сложными аналитическими выражениями с большим количеством слагаемых.

Рассмотрим примеры построения специальных типов поверхностей, заданных явно:

1. Гиперболический параболоид $z = x^2 - y^2$

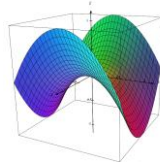


Рисунок 1 – Гиперболический параболоид

примеры построения специальных типов поверхностей, заданных неявно:

2. Поверхность Штейнера $x^2 \cdot y^2 + y^2 \cdot z^2 + x^2 \cdot z^2 + x \cdot y \cdot z = 0$.

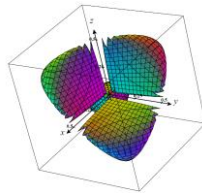


Рисунок 2 – Поверхность Штейнера

3. Поверхность вируса $\cos(5x) \cdot \cos(5y) \cdot \cos(5z) + 0,215 = x^2 + y^2 + z^2$.

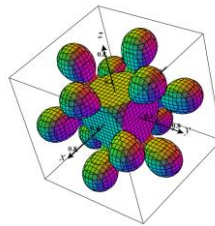


Рисунок 3 – Поверхность вируса

4. Поверхность ласточкиного хвоста

$$-4z^2y^2 - 27y^4 + 16xz^4 - 128x^2z^2 + 144xy^2 + 256x^3 = 0$$

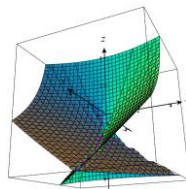


Рисунок 4 – Поверхность ласточкиного хвоста

Примеры построения специальных типов поверхностей заданных параметрически:

$$5. \text{ Катеноид } \begin{cases} x(u, v) = 2 \cosh\left(\frac{v}{2}\right) \cos(u), \\ y(u, v) = v, \\ z(u, v) = 2 \cosh\left(\frac{v}{2}\right) \sin(u) \end{cases}$$

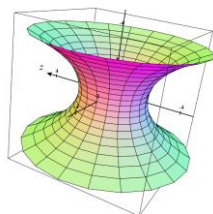


Рисунок 5 – Катеноид

$$6. \text{ Поверхность Дини } \begin{cases} x(u, v) = \cos(u) \sin(v), \\ y(u, v) = \sin(u) \sin(v), \\ z(u, v) = \cos(v) + \ln\left(\operatorname{tg}\left(\frac{v}{2}\right)\right) + 2u. \end{cases}$$

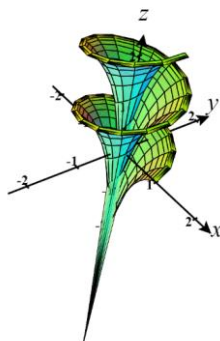


Рисунок 6 – Поверхность Дини

CalcPlot3D универсальная программа, позволяющая выполнять множество функций. Если сравнивать прошлое и настоящее, то можно сделать закономерный вывод: что раньше человеку без пространственного мышления достаточно трудно было работать с уравнениями поверхностей, так как работали только аналитически. Теперь же технологии и компьютерные программы развиваются с каждым днём, и появляются такие программы как CalcPlot3D. Которые не только помогают визуализировать поверхности, а также помогают развить у человека пространственное мышление.

ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ «GEOGEBRA»

*Алехнович Виктория, Верещагина Светлана, Гормаш Дарья,
студенты 1-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)*

GeoGebra — это бесплатная, кроссплатформенная динамическая математическая система для всех уровней образования, включающая в себя геометрию, алгебру, построение и обработку статистических таблиц, построение и исследование графов, в одном удобном для использования пакете. Разработчиком данной программы является Маркус Хохенвартер.

За счет команд встроенного языка программа насыщена возможностями работы с функциями, такими как построение графиков функций в декартовой и полярной системах координат, поверхностей вращения, вычисление производных и интегралов и т. д.

Рассмотрим на практике, как работает GeoGebra при построении поверхности вращения. Поверхностью вращения в евклидовом пространстве назовём поверхность, образованную вращением кривой вокруг оси вращения. Если кривая задана аналитическим выражением, то GeoGebra предоставляет возможность не только построить поверхность вращения вокруг координатных осей, но и сразу же вычислить площадь поверхности вращения и объём тела вращения.

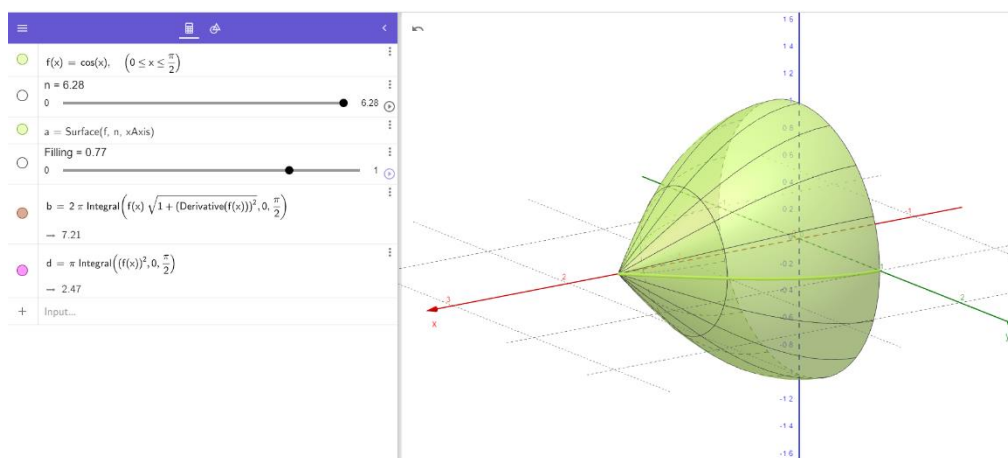


Рисунок 1 – Поверхность, полученная при вращении кривой $f(x) = \cos x$, $x \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$

Изменяя выражение для функции и отрезок, на котором задана функция, в первой строке программы мы получаем результаты, представленные на рисунке

1. Используя движки во второй и третьей строках, мы можем непосредственно наблюдать построение поверхности вращения.

Создано глобальное сообщество авторов GeoGebra (Рис.2).

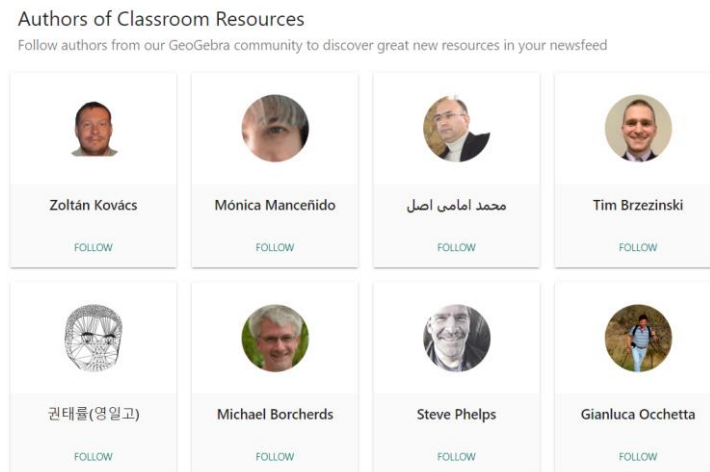


Рисунок 2 – Авторы новых разработок GeoGebra

Преподаватели и студенты по всему миру размещают в своей GeoGebra - ленте новостей разработанные ими интересные ресурсы (Рис.3). Это позволяет узнать новые подходы и тенденции в развитии математического образования.

Используя современные разработки, можно облегчить понимание и усвоение сложных разделов курса математики и использовать приобретённые знания на практике

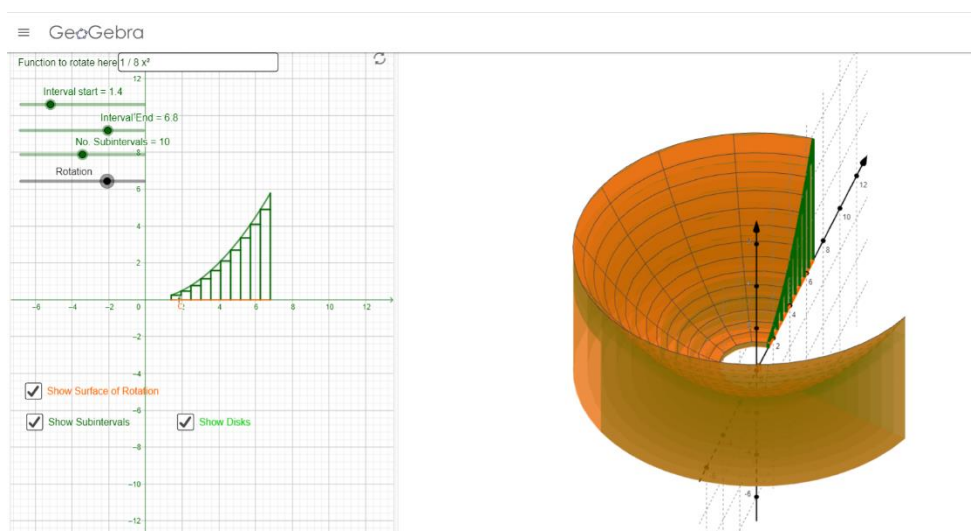


Рисунок 3 – Построение поверхности вращения

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ КАЛЬКУЛЯТОРА DESMOS ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ»

Евстрат Ольга Владимировна, Циханович Диана Олеговна, Серафинович Павел Андреевич, Сергеевич Илья Александрович,
студенты 1-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)

Для наглядного графического представления различных математических задач используется множество программ и программного обеспечения. Одним из таких является онлайн-сервис Desmos, позволяющий строить графики уравнений, функций и неравенств различных форм.

Данная программа обладает широкой функциональностью, что позволяет работать в браузере, не требуя установки на компьютер. Главным инструментом данного сервиса является графический онлайн-калькулятор.

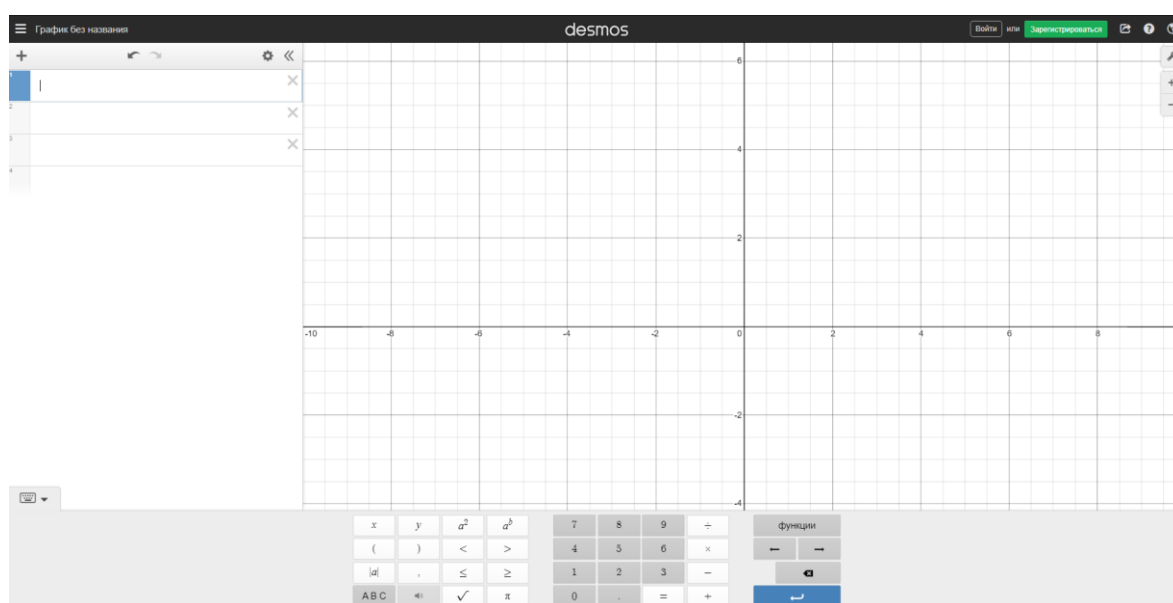


Рисунок 1 – Рабочий стол программы Desmos

В отличие от других программ, Desmos позволяет проводить различного рода операции по дифференцированию и интегрированию функций. Калькулятор выводит график и численный результат, однако аналитический вид производной и интеграла не показывает, и в этом большой недостаток программы.

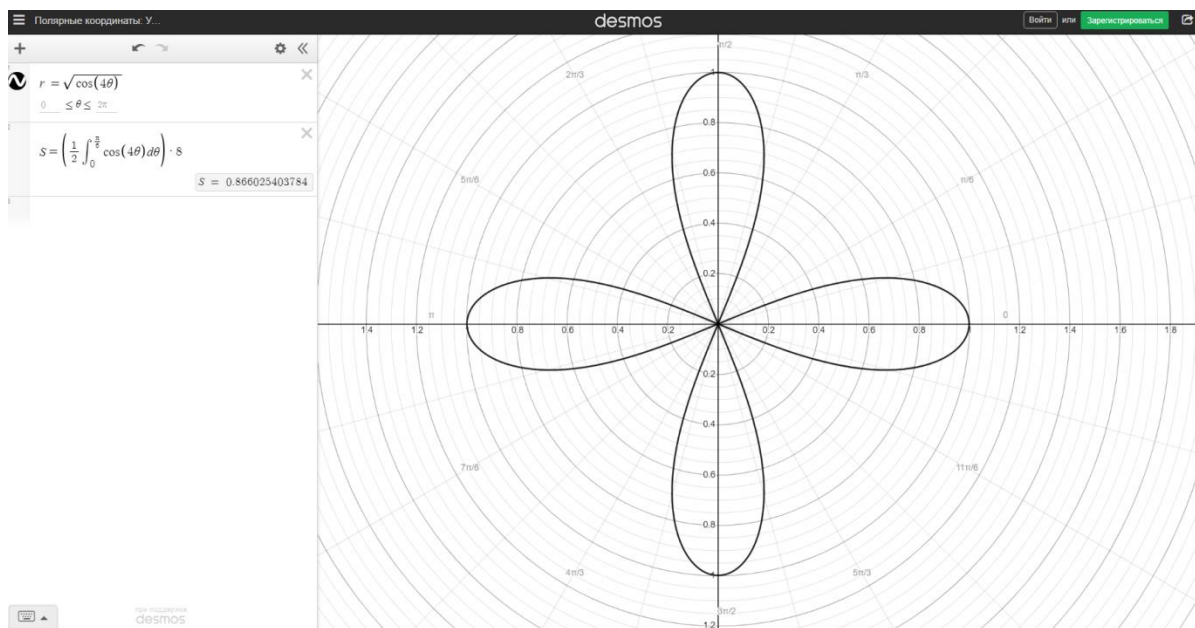


Рисунок 2 – Нахождение площади поверхности фигуры

Программа дает возможность решить интегралы в нескольких системах координат, таких как: полярная, параметрическая и декартовы системы координат. Наличие стольких вариантов позволяет расширить область использования Desmos при расчетах.

В свою очередь, с помощью Desmos и определенного интеграла можно вычислить площадь плоских фигур, длину дуги кривой, объем тела по площадям параллельных сечений и площадь поверхности вращений.

Благодаря данной программе, все выше перечисленное позволяет сделать вывод, что Desmos имеет много плюсов, так как раньше для того, чтобы решить интеграл и построить его график, требовалось много времени. Теперь с помощью графического калькулятора можно построить график с помощью нескольких кликов кнопки мыши.

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ «WOLFRAM ALPHA»

Августинович Александра Александровна, Саранков Дмитрий Александрович, Тунчик Дмитрий Андреевич, Скурко Тимофей Олегович, студенты 1-го курса кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» (Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)

Wolfram Alpha очень масштабный проект. Он позволяет производить вычисления с использованием миллионов алгоритмов. Он способен переводить данные между различными единицами измерения, системами счисления, подбирать общую формулу последовательности, находить возможные замкнутые формы для приближенных дробных чисел, вычислять суммы, пределы, интегралы, решать уравнения и системы уравнений, производить операции с матрицами, определять свойства чисел и геометрических фигур. Думаю, можно сказать, что мы уверенно движемся к будущему.



Рисунок 1 – Логотип системы Wolfram Alpha

Wolfram Alpha в большинстве случаев может помочь в решении дифференциальных уравнений различного уровня сложности, начиная от простейших дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными (separable equations) и включая более сложные уравнения, для решения которых служат, например, методы операционного исчисления, использующие преобразования Лапласа.

Начнём с методов, которые применяются для решения данных видов дифференциальных уравнений и основных алгоритмов решения в приложении.

Мы решили проверить работоспособность системы при решении дифференциальных уравнений. Мы узнали, как она себя ведет, за какой

промежуток времени решает, показывает ли графики, какими методами решает и какие методы применяются при решении дифференциальных уравнений. Один из примеров показан на группе рисунков ниже.

Results

$$y(x) = c_1 \cos(x) + \sin(x)$$

Possible intermediate steps

Let $\mu(x) = e^{\int \tan(x) dx} = \sec(x)$.
Multiply both sides by $\mu(x)$:

Let $R(x, y) = -\sec(x) + y \tan(x)$ and $S(x, y) = 1$.
This is not an exact equation, because
 $\left(\frac{\partial R(x,y)}{\partial y} = \tan(x)\right) \neq \left(0 = \frac{\partial S(x,y)}{\partial x}\right)$.

Let $P(x, y) = \sec^2(x)(y \sin(x) - 1)$ and $Q(x, y) = \sec(x)$.
This is an exact equation, because
 $\frac{\partial P(x,y)}{\partial y} = \tan(x) \sec(x) = \frac{\partial Q(x,y)}{\partial x}$.

Find an integrating factor $\mu(x)$ such that
 $\mu(x) R(x, y) + \frac{d y(x)}{d x} \mu(x) S(x, y) = 0$ is exact.

Answer:

This means $\frac{\partial}{\partial y}(\mu(x) R(x, y)) =$
 $\frac{\partial}{\partial x}(\mu(x) S(x, y)):$

ODE classification

first-order linear ordinary differential equation

Alternate forms ↻

$$y'(x) = \sec(x)(1 - y(x) \sin(x))$$

$$\sec(x)(\cos(x) y'(x) + y(x) \sin(x)) = \sec(x)$$

$$\frac{\sin(x) y(x)}{\cos(x)} + y'(x) = \frac{1}{\cos(x)}$$

More
i

Alternate form assuming x is real ↻

$$y'(x) + \frac{y(x) \sin(2x)}{\cos(2x) + 1} = \frac{2 \cos(x)}{\cos(2x) + 1}$$

Рисунок 2 – Реализация решения

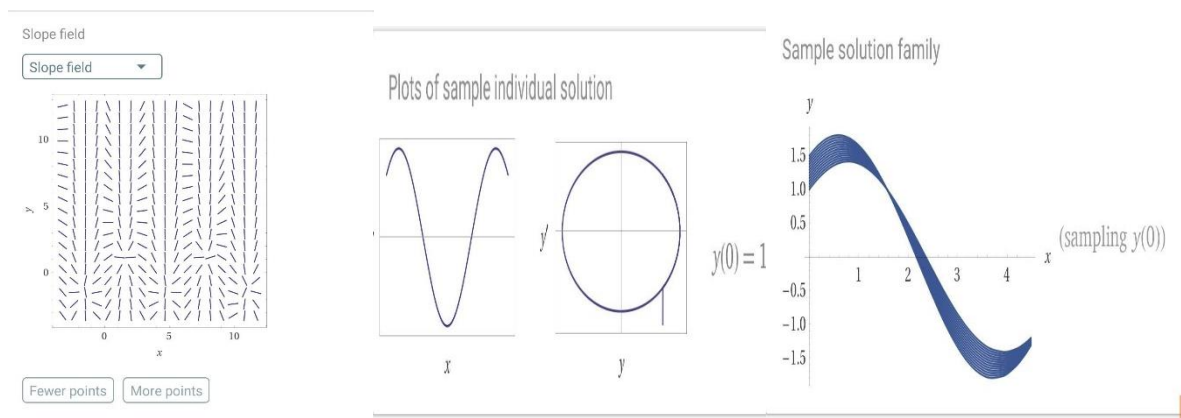


Рисунок 3 – Поле направлений, частное решение и график интегральных кривых

В результате наших исследований оказалось, что в системе предусмотрены всевозможные методы решения для различных видов дифференциальных уравнений, но для каждого уравнения система выбирает ровно один метод. Также Wolfram Alpha оправдала себя в скорости решения даже самых сложных

уравнений и указала подробнейшие решения. Система выдает не только полное решение с описанием действий, которые производятся, но и приводит к общему виду, к альтернативным видам записи уравнений, показывает поле направления, частные решения при определенном условии и график интегральных кривых.

Но нами был замечен и недочет, связанный с приложением для андроида. Данный недочет заключался в том, что приложение могло выдать сбой, в котором отказывался решать некоторые виды уравнений. Однако, спустя маленький промежуток времени, после повторного ввода уравнения он все решает.

Из данного анализа мы убедились в том, что Wolfram Alpha является лучшей из своих аналогов. Его основные преимущества заключаются прежде всего, в дружелюбном интерфейсе, в скорости, обширной базе данных и, конечно, многофункциональности. Программа существенно упрощает трудоемкую работу при решении дифференциальных уравнений, если её применять в комбинации с решением с ручкой и листом бумаги.

Мы считаем, что данную систему нужно широко внедрять в учебный процесс. Это движение к будущему.