

ОТЧЕТ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ОЦЕНКЕ СЕТИ WI-FI

Базовый отчет с дополнительными услугами

Радиопланирование и инженерный анализ в CTT Indoor RadioPlanner

Объект	[Наименование объекта]
Заказчик	[Наименование заказчика]
Адрес объекта	[Адрес объекта]
Номер отчета	PSI-WIFI-[000]-[ГГГГ]
Дата выполнения	[дд.мм.гггг]
Версия документа	1.0

ООО «Проектсистеминжиниринг»

www.prosyen.ru

Санкт-Петербург · 2026

Управление документом

Назначение документа

Настоящий файл является профессиональным шаблоном инженерного отчета. Поля в квадратных скобках, расчетные таблицы и места для тепловых карт заполняются после выполнения моделирования и проверки исходных данных.

Параметр	Значение
Наименование документа	Отчет по инженерной оценке сети Wi-Fi
Исполнитель	ООО «Проектсистеминжиниринг»
Программное обеспечение	CTT Indoor RadioPlanner
Статус	Шаблон / рабочая версия
Конфиденциальность	Для заказчика и участников проекта
Основание выпуска	[Договор / заявка / техническое задание]

Лист изменений

Версия	Дата	Описание изменения	Подготовил	Проверил
1.0	[дд.мм.гггг]	Первичный выпуск отчета	[Ф.И.О.]	[Ф.И.О.]
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

Согласование

Роль	Организация / подразделение	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Подготовил	ООО «Проектсистеминжиниринг»	[Ф.И.О.]		
Проверил	ООО «Проектсистеминжиниринг»	[Ф.И.О.]		
Согласовал	[Заказчик]	[Ф.И.О.]		

Содержание

Управление документом	2
1. Краткое заключение	4
2. Общие сведения об объекте	5
3. Исходные данные	6
3.2 Предоставленный план объекта	7
4. Требования к беспроводной сети	8
5. Методика инженерного анализа	9
6. Подготовка цифровой модели объекта	10
7. Параметры проектируемой сети	11
8. Предлагаемое размещение точек доступа	12
9. Инженерный анализ сети	13
9.1 Карта уровня сигнала (RSSI)	14
9.2 Secondary RSSI	15
9.3 Best Server	16
9.4 SNR	17
9.5 Channel Interference	18
9.6 Maximum Throughput	19
9.7 Number of Networks	20
9.8 Number of Servers	21
9.9 Maximum Aggregated Throughput	22
10. Итоговая инженерная оценка	23

11. Влияние качества сети на бизнес	24
12. Основные рекомендации	25
13. План реализации	26
14. Анализ емкости сети	27
14.2 Сводный расчет емкости	28
15. Радиопланирование для нескольких производителей	29
15.1 Сравнительные карты	30
16. Спецификация оборудования	31
17. Бюджет строительства	32
18. Подбор оборудования	33
19. Итоговое инженерное заключение	34
20. Ограничения и приемочная проверка	35
Приложение А. Реестр точек доступа	36
Приложение Б. Параметры моделирования	37
Приложение В. Комплект расчетных карт	38
Приложение В (продолжение)	39
Приложение Г. Приемочный чек-лист	40
Приложение Д. Термины и сокращения	41
Что получает заказчик	42

Примечание

Содержание соответствует версии 1.0. После добавления или удаления страниц рекомендуется проверить и при необходимости обновить номера разделов.

1. Краткое заключение

БАЗОВЫЙ ОТЧЕТ

Объектом инженерной оценки является [наименование объекта] по адресу [адрес]. На основании предоставленных планировочных материалов выполняется построение цифровой модели помещений и расчет параметров будущей беспроводной сети Wi-Fi.

Цель работы — определить рациональное количество и места установки точек доступа, проверить ожидаемое радиопокрытие, устойчивость соединения, качество роуминга и доступную пропускную способность до начала закупки и монтажа оборудования.

Предварительный статус

Окончательная оценка формируется после вставки всех расчетных карт из CTT Indoor RadioPlanner и заполнения сводных таблиц. До этого момента выводы в документе носят шаблонный характер.

Основные результаты

Показатель	Целевой критерий	Расчетный результат	Оценка
Основной уровень сигнала (RSSI)	$\geq [-67]$ dBm на [95]% площади	[заполнить]	[соответствует / требует корректировки]
Резервное покрытие	Второй сервер $\geq [-75]$ dBm	[заполнить]	[заполнить]
Отношение сигнал/шум	$\geq [25]$ dB	[заполнить]	[заполнить]
Максимальная скорость	$\geq [\text{требование}]$ Мбит/с	[заполнить]	[заполнить]
Роуминг	Перекрытие соседних ячеек в рабочих зонах	[заполнить]	[заполнить]

Ключевые рекомендации

- уточнить материалы капитальных стен, перегородок, стеклянных конструкций и межэтажных перекрытий;
- подтвердить количество одновременно работающих пользователей и типовой профиль трафика;
- выполнить инструментальное радиообследование после монтажа для проверки расчетной модели;
- зафиксировать настройки радиочасти: диапазоны, ширину каналов, мощность, минимальные скорости и параметры RRM.

2. Общие сведения об объекте

Параметр	Сведения
Наименование объекта	[заполнить]
Адрес	[заполнить]
Заказчик	[заполнить]
Назначение объекта	Офисное / административное помещение
Тип объекта	[новое строительство / реконструкция / существующий объект]
Ориентировочная площадь	[заполнить] м ²
Количество этажей	[заполнить]
Высота помещений	[заполнить] м
Режим эксплуатации	[рабочие часы / круглосуточно]
Максимальное количество пользователей	[заполнить] чел.

2.1 Особенности планировки

Предоставленный план содержит отдельные кабинеты, открытые рабочие зоны, переговорную комнату, зону ожидания и ресепшен, серверное помещение, подсобные помещения, санитарные узлы, лифтовые холлы и коридоры. Конфигурация объекта требует отдельной проверки распространения сигнала через капитальные стены, стеклянные перегородки и двери.

2.2 Особенности эксплуатации

- в рабочих кабинетах используются ноутбуки, смартфоны и корпоративные мобильные устройства;
- в переговорной возможна одновременная работа видеоконференцсвязи и нескольких клиентских устройств;
- в открытой зоне вероятно повышенная локальная плотность пользователей;
- в коридорах и приемной требуется устойчивый роуминг без заметного разрыва пользовательских сессий;
- серверные и технические помещения оцениваются в соответствии с фактической потребностью в беспроводном доступе.

3. Исходные данные

Для выполнения инженерной оценки используются материалы, предоставленные заказчиком. Их комплектность и точность непосредственно влияют на достоверность радиомодели.

№	Материал	Формат	Статус	Комментарий
1	План офисного помещения	JPG	Получен	Используется как графическая основа
2	Архитектурные планы	DWG / PDF	[статус]	Предпочтительно с масштабом и экспликацией
3	BIM-модель	IFC / Revit	[статус]	При наличии
4	Техническое задание	DOCX / PDF	[статус]	Требования к покрытию, емкости и сервисам
5	Перечень оборудования	XLSX / PDF	[статус]	При заданном производителе
6	Фотографии помещений	JPG / PNG	[статус]	Для уточнения материалов и условий монтажа

3.1 Инженерные допущения

- масштаб плана и габариты помещений должны быть подтверждены заказчиком;
- материалы ограждающих конструкций задаются по фактическим данным либо по согласованным типовым значениям;
- мебель, люди, оборудование и временные препятствия учитываются приближенно, если иное не предусмотрено исходными данными;
- внешние источники радиоизлучения и соседние сети уточняются по результатам инструментального обследования;
- расчет является прогнозом и подлежит приемочной проверке после монтажа.

3.2 Предоставленный план объекта

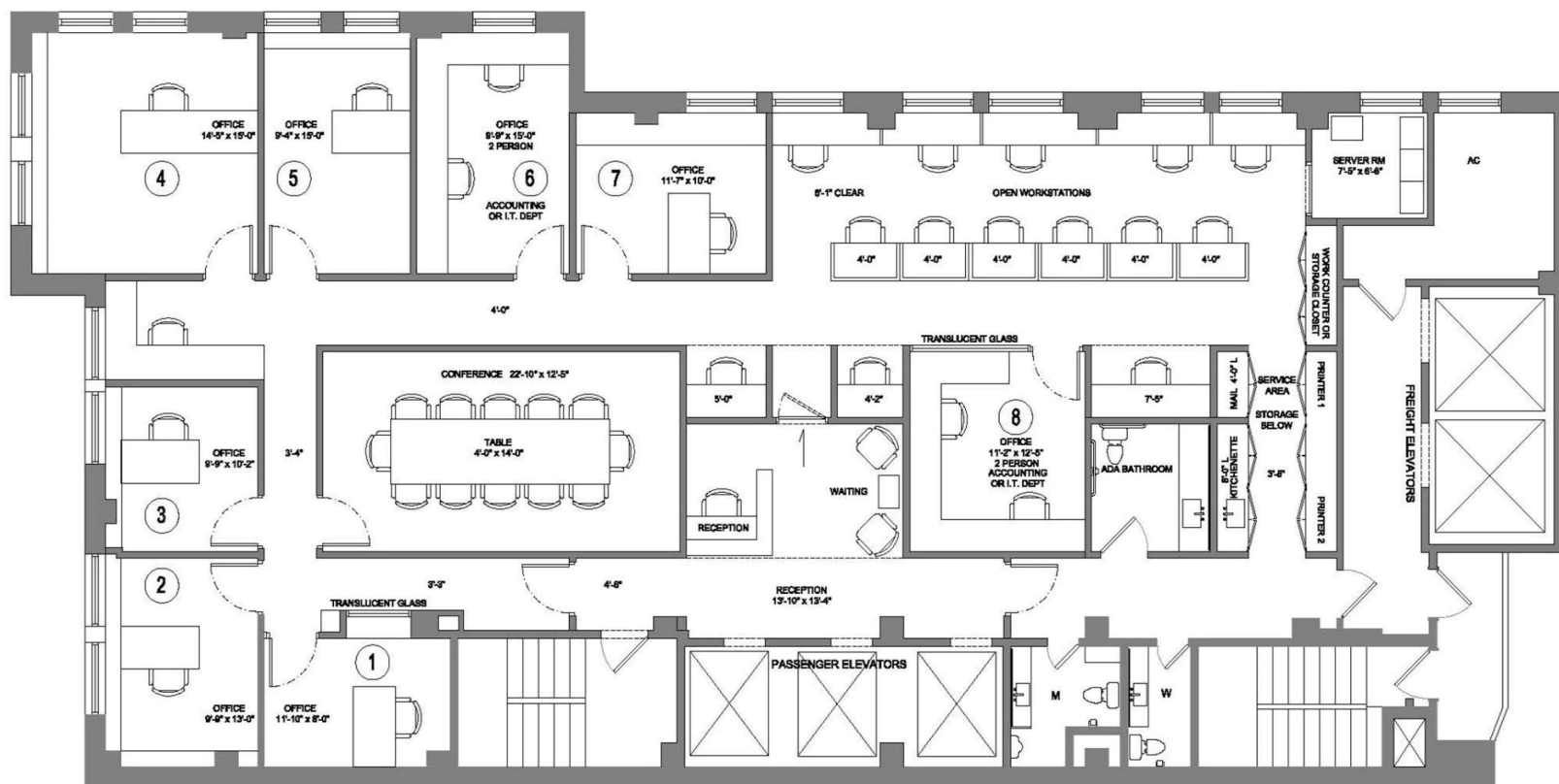


Рисунок 1 — Исходный план офисного помещения, предоставленный для подготовки цифровой модели

Требование к исходному плану

Перед началом моделирования необходимо проверить масштаб, размеры, материалы стен и назначение помещений. При отсутствии масштаба результаты следует считать предварительными.

4. Требования к беспроводной сети

Требования формируются с учетом бизнес-сценариев, типов клиентских устройств, критичности сервисов и допустимых ограничений. Значения в таблице являются рекомендуемым шаблоном и должны быть подтверждены заказчиком.

Параметр	Офисная работа	Голос / видео	Высокая плотность	Примечание
Основной RSSI	≥ -67 dBm	$\geq -60 \dots -65$ dBm	≥ -65 dBm	Уточняется по типам клиентов
Secondary RSSI	≥ -75 dBm	$\geq -70 \dots -72$ dBm	≥ -72 dBm	Для устойчивости и роуминга
SNR	≥ 20 dB	≥ 25 dB	≥ 25 dB	Рекомендуемый минимум
Ширина канала 5 ГГц	20 / 40 МГц	20 / 40 МГц	20 МГц	Определяется по плотности
Задержка	≤ 100 мс	≤ 50 мс	≤ 50 мс	Конечное значение зависит от всей сети
Потери пакетов	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	Проверяется инструментально

4.1 Поддерживаемые сервисы

- корпоративный доступ сотрудников к информационным системам;
- видеоконференции и унифицированные коммуникации;
- IP-телефония по Wi-Fi — при наличии соответствующего требования;
- мобильные устройства, планшеты и ноутбуки;
- гостевой Wi-Fi с логической изоляцией от корпоративной сети;
- IoT и специализированные устройства — после уточнения диапазонов, протоколов и профилей трафика.

4.2 Критерии приемки

Критерий	Метод проверки	Условие приемки
Покрытие	Passive Survey / измерение RSSI	Не менее [95]% целевой площади соответствует порогу
Резервирование	Secondary RSSI / Number of Servers	В критических зонах доступна резервная точка доступа
Качество сигнала	SNR / шумовой фон	Соблюден согласованный порог
Производительность	Активные тесты / iPerf / интернет-тест	Достигнут согласованный уровень
Роуминг	Тест перемещения клиента	Нет недопустимых разрывов голоса/видео

5. Методика инженерного анализа

Инженерный анализ выполняется методом прогнозного радиомоделирования. На план объекта наносится геометрия помещений, задаются параметры конструкций, размещаются модели точек доступа и рассчитывается распределение радиосигнала по выбранным диапазонам.

5.1 Этапы выполнения

1. Проверка исходных данных и масштаба планов.
2. Построение цифровой модели объекта в CTT Indoor RadioPlanner.
3. Назначение материалов стен, перегородок и перекрытий.
4. Формирование требований к покрытию, емкости и сервисам.
5. Предварительное размещение точек доступа.
6. Итерационный расчет и корректировка мест установки.
7. Формирование тепловых карт и сводных показателей.
8. Подготовка рекомендаций, ограничений и программы приемочных испытаний.

5.2 Модель распространения радиоволн

Расчетная модель учитывает потери в свободном пространстве, ослабление при прохождении через строительные конструкции, параметры антенн, мощность передатчика, высоту установки и взаимное расположение точек доступа. Значения потерь материалов должны быть подтверждены по проектной документации, техническим паспортам либо инструментальными измерениями.

5.3 Ограничения прогнозного расчета

- динамические изменения интерьера и количества людей моделируются приближенно;
- реальные характеристики клиентских устройств отличаются по чувствительности и мощности передатчика;
- помехи от соседних сетей и не-Wi-Fi источников могут изменяться во времени;
- параметры автоматического управления радиоресурсами после ввода сети в эксплуатацию могут отличаться от исходной модели.

Обязательная проверка

Прогнозное радиопланирование не заменяет приемочное радиообследование. После монтажа необходимо провести измерения на объекте и при необходимости скорректировать настройки или размещение точек доступа.

6. Подготовка цифровой модели объекта

Цифровая модель является основой расчета. В ней фиксируются геометрия объекта, зоны обслуживания, ограничения монтажа, материалы и высоты. Для каждого этажа создается отдельный план с единой системой координат.

Элемент модели	Исходное значение	Принято в модели	Источник / комментарий
Масштаб плана	[заполнить]	[заполнить]	Подтвердить по размерным линиям
Высота потолка	[заполнить] м	[заполнить] м	По архитектурному плану / замерам
Капитальные стены	[материал]	[материал, потери]	Уточнить
Перегородки	[материал]	[материал, потери]	Уточнить
Стеклянные конструкции	[тип]	[тип, потери]	Уточнить покрытие стекла
Межэтажное перекрытие	[материал]	[материал, потери]	Актуально для многоэтажных объектов

6.1 Зоны моделирования

Зона	Приоритет	Требование	Особенности
Рабочие кабинеты	Высокий	Стабильное покрытие и производительность	Стационарные и мобильные клиенты
Открытая рабочая зона	Высокий	Покрытие + проверка емкости	Повышенная плотность пользователей
Переговорная	Высокий	Поддержка видеоконференций	Пиковая одновременная нагрузка
Ресепшен / ожидание	Средний	Корпоративный и гостевой доступ	Роуминг и сегментация
Коридоры	Средний	Непрерывность роуминга	Не размещать ТД только ради коридора без необходимости
Технические помещения	По заданию	[уточнить]	Оценивать фактическую потребность

7. Параметры проектируемой сети

Параметр	Принятое значение	Комментарий
Стандарт Wi-Fi	[Wi-Fi 6 / 6E / 7]	Выбирается по требованиям и оборудованию
Диапазон 2,4 ГГц	[вкл. / ограниченно / выкл.]	Предпочтительно для legacy/IoT при необходимости
Диапазон 5 ГГц	Основной	Базовый рабочий диапазон
Диапазон 6 ГГц	[при наличии]	Требует совместимых клиентов и регуляторной проверки
Ширина каналов	[20 / 40 / 80] МГц	Определяется емкостью и радиосредой
Мощность передатчика	[заполнить] dBm	Согласовать с мощностью клиентских устройств
Тип антенны	Встроенная / внешняя	По модели точки доступа
Высота установки	[заполнить] м	Потолок / стена / конструкция
Модель точки доступа	[производитель, модель]	Используется точная радиомодель при наличии

Принцип настройки мощности

Точка доступа не должна передавать значительно мощнее клиентского устройства. Избыточная мощность может создавать ложное ощущение покрытия и ухудшать обратный канал, роуминг и повторное использование частот.

8. Предлагаемое размещение точек доступа

БАЗОВЫЙ ОТЧЕТ

МЕСТО ДЛЯ ПЛАНА РАЗМЕЩЕНИЯ ТОЧЕК ДОСТУПА

Рисунок 2 — Предлагаемая схема размещения точек доступа

№ ТД	Помещение / зона	Координата / привязка	Высота	Модель	Комментарий
AP-01	[заполнить]	[ось / расстояние / привязка]	[м]	[модель]	[монтаж / кабельный маршрут]
AP-02	[заполнить]	[ось / расстояние / привязка]	[м]	[модель]	[монтаж / кабельный маршрут]
AP-03	[заполнить]	[ось / расстояние / привязка]	[м]	[модель]	[монтаж / кабельный маршрут]

9. Инженерный анализ сети

Основной раздел содержит набор расчетных карт. Для каждого показателя приводятся описание, целевой критерий, карта из CTT Indoor RadioPlanner, инженерная интерпретация, вывод и рекомендации.

№	Расчетная карта	Назначение
9.1	Уровень сигнала (RSSI)	Проверка основного покрытия
9.2	Резервный уровень сигнала (Secondary RSSI)	Проверка резервирования и условий роуминга
9.3	Лучшая точка доступа (Best Server)	Проверка границ сот и распределения зон обслуживания
9.4	Отношение сигнал/шум (SNR)	Проверка качества радиоканала
9.5	Интерференция каналов (Channel Interference)	Оценка взаимных помех
9.6	Максимальная скорость (Maximum Throughput)	Оценка ожидаемой PHY/полезной производительности
9.7	Количество сетей (Number of Networks)	Оценка радиообстановки по SSID/сетям
9.8	Количество доступных ТД (Number of Servers)	Проверка доступности нескольких серверов
9.9	Суммарная пропускная способность (Maximum Aggregated Throughput)	Оценка пространственного распределения емкости

Правило заполнения

В каждую карту вставляется экспорт одного диапазона и одного сценария. При необходимости создаются отдельные страницы для 2,4 / 5 / 6 ГГц, разных этажей и альтернативных вариантов оборудования.

9.1 Карта уровня сигнала (RSSI)

RSSI показывает расчетный уровень принимаемого сигнала от лучшей точки доступа.
Карта используется для выявления зон недостаточного покрытия и проверки соответствия требованиям сервисов.

Целевой критерий

≥ [-67] dBm для офисных данных; ≥ [-60...-65] dBm для голоса/видео

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ RSSI

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Отметить долю площади, соответствующую порогу, минимальное значение и локальные зоны ослабления.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.2 Карта уровня резервного сигнала (Secondary RSSI)

Secondary RSSI показывает уровень сигнала от второй по мощности точки доступа.
Показатель необходим для оценки резервирования и условий бесшовного роуминга.

Целевой критерий

Второй сервер $\geq [-75]$ dBm; для голоса рекомендуется более строгий порог

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ SECONDARY RSSI

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее /
максимум]

Инженерный анализ

Проверить наличие резервного покрытия в рабочих и критичных зонах, а также достаточное перекрытие соседних ячеек.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.3 Карта лучшей точки доступа (Best Server)

Best Server отображает, какая точка доступа является лучшей для каждой области объекта. Карта помогает оценить границы сот, избыточное доминирование отдельных AP и баланс покрытия.

Целевой критерий

Равномерные зоны обслуживания без чрезмерно больших или фрагментированных сот

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ BEST SERVER

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Проверить логичность границ, соответствие местам установки и отсутствие удаленных «островов» обслуживания.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.4 Карта отношения сигнал/шум (SNR)

SNR характеризует запас сигнала над уровнем шума. Даже высокий RSSI не гарантирует качество, если шумовой фон или интерференция велики.

Целевой критерий

≥ [20] dB для данных; ≥ [25] dB для голоса/видео

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ SNR

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Отметить зоны с недостаточным запасом SNR и сопоставить их с уровнем сигнала и источниками помех.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.5 Карта интерференции каналов (Channel Interference)

Карта отражает влияние совместно- и соседнеканальных источников на доступный эфир. Высокая интерференция снижает полезную емкость и увеличивает задержки.

Целевой критерий

Минимизация пересечения одноименных каналов; целевая загрузка эфира — по ТЗ

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ CHANNEL INTERFERENCE

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Оценить частотный план, ширину каналов, мощность и необходимость ограничения диапазона 2,4 ГГц.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.6 Карта максимально достижимой скорости передачи данных (Maximum Throughput)

Показатель оценивает максимально достижимую скорость в расчетных условиях для выбранного профиля клиента. Реальная пользовательская скорость зависит от нагрузки, протоколов и внешней сети.

Целевой критерий

≥ [требование] Мбит/с в целевых зонах

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ MAXIMUM THROUGHPUT

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Указать расчетные минимальные/средние значения и зоны, где производительность ограничена уровнем сигнала или интерференцией.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.7 Карта количества обнаруживаемых сетей (Number of Networks)

Карта показывает количество доступных беспроводных сетей/SSID в каждой точке.
Избыточное число SSID увеличивает служебную нагрузку эфира.

Целевой критерий

Количество транслируемых SSID рекомендуется минимизировать

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ NUMBER OF NETWORKS

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Проверить необходимость каждого SSID и оценить долю служебного трафика beacon/probe.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.8 Карта количества доступных точек доступа (Number of Servers)

Карта показывает количество точек доступа, сигнал которых превышает заданный порог. Используется для оценки резервирования, роуминга и потенциальной интерференции.

Целевой критерий

Не менее [2] AP в критических зонах при согласованном пороге

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ NUMBER OF SERVERS

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Сопоставить зоны с одной AP с требованиями надежности; одновременно исключить чрезмерное число сильных серверов.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

9.9 Карта суммарной пропускной способности (Maximum Aggregated Throughput)

Показатель отражает распределение совокупной расчетной емкости с учетом нескольких точек доступа и позволяет оценивать зоны концентрации нагрузки.

Целевой критерий

Суммарная емкость должна покрывать пиковую расчетную нагрузку с запасом

МЕСТО ДЛЯ КАРТЫ MAXIMUM AGGREGATED THROUGHPUT

Расчетный результат

[доля площади / минимум / среднее / максимум]

Инженерный анализ

Сопоставить карту с размещением пользователей и результатами отдельного анализа емкости.

Вывод

[соответствует / требуется корректировка]

10. Итоговая инженерная оценка

Раздел объединяет результаты всех карт и формирует единое инженерное заключение о готовности предлагаемой архитектуры к реализации.

Направление оценки	Критерий	Оценка	Комментарий
Радиопокрытие	Соответствие RSSI целевым порогам	[A / B / C / D]	[заполнить]
Надежность	Резервное покрытие и устойчивость роуминга	[A / B / C / D]	[заполнить]
Качество радиоканала	SNR и интерференция	[A / B / C / D]	[заполнить]
Производительность	Throughput и запас емкости	[A / B / C / D]	[заполнить]
Масштабируемость	Возможность роста числа клиентов	[A / B / C / D]	[заполнить]
Готовность к Wi-Fi 7	Кабельная, коммутаторная и радиочастотная готовность	[A / B / C / D]	[заполнить]

10.1 Шкала оценки

Оценка	Интерпретация
A	Требования выполняются с достаточным запасом.
B	Требования выполняются; имеются локальные рекомендации по оптимизации.
C	Часть требований не выполняется; требуется корректировка размещения или параметров.
D	Решение не рекомендуется к реализации без существенной переработки.

10.2 Готовность к внедрению Wi-Fi 7

- наличие мультигигабитных портов доступа 2,5/5/10GbE;
- достаточный бюджет PoE (PoE+/PoE++ в зависимости от модели);
- поддержка кабельной системой требуемой скорости и длины линии;
- наличие доступного диапазона 6 ГГц и совместимых клиентских устройств;
- готовность контроллера, лицензий и сетевого ядра к новым точкам доступа.

11. Влияние качества сети на бизнес

Бизнес-процесс	Риск при недостаточном качестве Wi-Fi	Ожидаемый эффект корректного решения
Видеоконференции	Задержки, потеря пакетов, ухудшение изображения и звука	Стабильные совещания и удаленная работа
IP-телефония	Разрывы при перемещении, джиттер, односторонний звук	Устойчивый голосовой сервис и роуминг
Мобильная работа	Медленная авторизация и доступ к приложениям	Рост продуктивности сотрудников
Гостевой доступ	Жалобы посетителей и риск доступа к корпоративным ресурсам	Контролируемый и изолированный сервис
IoT / терминалы	Потеря телеметрии и нестабильная связь	Повышение надежности операционных процессов
Масштабирование	Недостаток емкости при росте числа клиентов	Предсказуемое развитие без полной перестройки

Практический смысл радиопланирования

Инженерная оценка снижает риск избыточной закупки оборудования, дефицита покрытия, переделок кабельных трасс и повторных монтажных работ после ввода объекта в эксплуатацию.

12. Основные рекомендации

После заполнения расчетных разделов все мероприятия сводятся в единую таблицу. Приоритет определяется влиянием на выполнение обязательных требований, сроки и бюджет.

№	Приоритет	Выявленная проблема / риск	Рекомендуемое решение	Ожидаемый результат	Ответственный
R-01	1 — критический	[заполнить]	[заполнить]	[заполнить]	[сторона]
R-02	1 — критический	[заполнить]	[заполнить]	[заполнить]	[сторона]
R-03	2 — важный	[заполнить]	[заполнить]	[заполнить]	[сторона]
R-04	2 — важный	[заполнить]	[заполнить]	[заполнить]	[сторона]
R-05	3 — оптимизация	[заполнить]	[заполнить]	[заполнить]	[сторона]

12.1 Типовые рекомендации по радиочасти

- использовать диапазон 5 ГГц как основной для корпоративных клиентов;
- ограничить ширину каналов в зонах высокой плотности для повышения повторного использования частот;
- согласовать минимальные и максимальные уровни мощности RRM;
- минимизировать количество SSID и избегать избыточного служебного трафика;
- проверить минимальные базовые скорости и отключение устаревших протоколов;
- настроить band steering, load balancing и airtime fairness с учетом характеристик клиентов;
- провести приемочное обследование и тесты роуминга после монтажа.

13. План реализации

Этап	Содержание	Результат	Зависимости
1. Уточнение исходных данных	Планы, материалы, масштаб, требования, пользователи	Подтвержденная расчетная база	Данные заказчика
2. Финальное моделирование	Итерации размещения и параметров	Комплект утвержденных карт	Выбор оборудования
3. Подготовка закупки	Спецификация и бюджет	Комплект для закупки	Дополнительная услуга
4. Монтаж	Кабельные линии, AP, коммутаторы, контроллер	Физически развернутая сеть	Проектные решения
5. Пусконаладка	Конфигурация, RRM, SSID, безопасность	Рабочая сеть	Доступ к инфраструктуре
6. Приемочное обследование	Passive/active survey, роуминг, нагрузка	Протокол соответствия и корректировки	Готовый объект

13.1 Приоритеты

Приоритет	Срок выполнения	Пример мероприятий
1 — критический	До закупки/монтажа	Корректировка количества и мест AP, уточнение требований
2 — важный	До пусконаладки	Настройки каналов, мощности, QoS, VLAN и безопасности
3 — оптимизация	После запуска	Тонкая настройка RRM, аналитика, дальнейшее развитие

14. Дополнительная услуга: анализ емкости сети

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УСЛУГА

Анализ емкости определяет необходимое количество точек доступа не только по радиопокрытию, но и по ожидаемой нагрузке. Для офисов, переговорных, залов и открытых рабочих зон этот расчет может быть определяющим.

Параметр	Исходное значение	Метод определения
Количество пользователей	[заполнить] чел.	Штатное расписание / план рассадки
Устройств на пользователя	[заполнить]	Ноутбук, телефон, планшет и др.
Коэффициент одновременности	[заполнить] %	Ожидаемая пиковая активность
Типовой трафик	[заполнить] Мбит/с на устройство	По приложениям и профилям
Высоконагруженные зоны	[перечень]	Переговорные, open space, зоны ожидания
Запас производительности	[заполнить] %	На рост и вариативность нагрузки

14.1 Расчетный профиль пользователей

Профиль	Количество	Устройств/чел.	Одновременность	Трафик на активное устройство	Пиковая нагрузка
Офисный сотрудник	[]	[]	[]%	[] Мбит/с	[] Мбит/с
Руководитель / ВКС	[]	[]	[]%	[] Мбит/с	[] Мбит/с
Гость	[]	[]	[]%	[] Мбит/с	[] Мбит/с
IoT / специализированное устройство	[]	—	[]%	[] Мбит/с	[] Мбит/с

Результат услуги

Определяется необходимое количество точек доступа по емкости, сравнивается с количеством по покрытию и формируется итоговая рекомендация с запасом производительности.

14.2 Сводный расчет емкости

Зона	Пользователи / устройства	Пиковый трафик	Допустимая нагрузка эфира	Емкость одной ТД	Требуемое число ТД
Open space	[]	[] Мбит/с	[]%	[] Мбит/с	[]
Переговорная	[]	[] Мбит/с	[]%	[] Мбит/с	[]
Кабинеты	[]	[] Мбит/с	[]%	[] Мбит/с	[]
Ресепшен / гости	[]	[] Мбит/с	[]%	[] Мбит/с	[]
Итого	[]	[] Мбит/с	—	—	[]

14.3 Вывод по емкости

Количество точек доступа по покрытию: []. Количество точек доступа по емкости: []. К реализации принимается большее значение с учетом конструктивных ограничений, резервирования и равномерности распределения нагрузки.

Проверка	Результат	Статус
Пиковая пользовательская нагрузка	[заполнить]	[соответствует / нет]
Запас производительности	[заполнить] %	[соответствует / нет]
Загрузка эфира в наиболее плотной зоне	[заполнить] %	[соответствует / нет]
Возможность роста на 3–5 лет	[описание]	[достаточно / требуется развитие]

15. Дополнительная услуга: радиопланирование для нескольких производителей

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УСЛУГА

Для объективного сравнения могут быть подготовлены отдельные варианты радиопланирования для разных производителей или моделей точек доступа. Сценарии рассчитываются при одинаковых требованиях и сопоставимых настройках.

Критерий	Вариант А	Вариант В	Вариант С	Комментарий
Производитель / модель	[]	[]	[]	
Стандарт Wi-Fi	[]	[]	[]	
Количество точек доступа	[]	[]	[]	
Покрытие RSSI $\geq$ порога	[]%	[]%	[]%	
Покрытие Secondary RSSI	[]%	[]%	[]%	
Средний SNR	[] dB	[] dB	[] dB	
Расчетная емкость	[]	[]	[]	
РоЕ / порт доступа	[]	[]	[]	
Лицензирование	[]	[]	[]	
Стоимость владения	[]	[]	[]	

15.1 Сравнительные карты

МЕСТО ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ КАРТ

Вставить уменьшенные карты ключевых показателей для вариантов А / В / С либо ссылки на отдельные приложения

16. Дополнительная услуга: спецификация оборудования

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УСЛУГА

Спецификация формируется после утверждения производителя, количества точек доступа, архитектуры управления и требований к резервированию. Она может использоваться как основа для закупки и подготовки проектной документации.

Поз.	Наименование	Тип / модель	Ед.	Кол-во	Примечание
1	Точка доступа Wi-Fi	[модель]	шт.	[]	Комплект крепления включить/уточнить
2	Контроллер / облачное управление	[модель / лицензия]	компл.	[]	С учетом резервирования
3	Коммутатор доступа	[модель, порты, PoE]	шт.	[]	Проверить uplink и бюджет PoE
4	Источник питания PoE / инжектор	[тип]	шт.	[]	При необходимости
5	Лицензии и подписки	[тип, срок]	шт.	[]	Указать срок действия
6	Кабель витая пара	Cat.6 / 6A	м	[]	С учетом запаса и трасс
7	Патч-панели / модули / патч-корды	[тип]	компл.	[]	
8	Монтажные элементы	[тип]	компл.	[]	

16.1 Проверка коммутаторной инфраструктуры

Параметр	Требование	Фактическое значение	Статус
Количество портов	Не менее числа AP + резерв	[]	[]
Скорость порта	1 / 2,5 / 5 / 10GbE по модели AP	[]	[]
Бюджет PoE	Суммарная мощность AP + резерв	[] Вт	[]
Скорость uplink	По суммарной нагрузке коммутатора	[]	[]
Резервирование питания	По требованиям объекта	[]	[]

17. Дополнительная услуга: бюджет строительства

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УСЛУГА

Бюджет может быть подготовлен в нескольких вариантах. Расчет должен учитывать не только точки доступа, но и лицензии, коммутацию, кабельную инфраструктуру, монтаж, пусконаладку, обследование и резерв.

Статья затрат	Минимальный вариант	Рекомендуемый вариант	Оптимальный вариант	Комментарий
Точки доступа	[]	[]	[]	
Контроллер / облако / лицензии	[]	[]	[]	
Коммутаторы и PoE	[]	[]	[]	
Кабельная инфраструктура	[]	[]	[]	
Монтажные работы	[]	[]	[]	
Пусконаладка	[]	[]	[]	
Приемочное радиообследование	[]	[]	[]	
Резерв / непредвиденные расходы	[]	[]	[]	
ИТОГО без НДС / с НДС	[]	[]	[]	
Вариант	Назначение		Основной компромисс	
Минимальный	Снижение стартовых затрат при выполнении обязательных требований		Меньший запас по емкости, резервированию или сроку лицензий	
Рекомендуемый	Баланс стоимости, надежности и масштабируемости		Базовый вариант для реализации	
Оптимальный	Максимальная готовность к росту и новым стандартам		Наибольшие капитальные затраты	

18. Дополнительная услуга: подбор оборудования

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УСЛУГА

Подбор выполняется по совокупности технических, эксплуатационных и экономических критериев. Финальный выбор не должен основываться только на максимальной заявленной скорости точки доступа.

Группа критериев	Проверяемые параметры
Радиочасть	Диапазоны, число радиомодулей, MIMO, антенны, мощность, чувствительность, OFDMA, MLO
Клиентская среда	Совместимость с ноутбуками, смартфонами, голосовыми и специализированными устройствами
Управление	Локальный контроллер / облако, RRM, аналитика, API, телеметрия
Безопасность	WPA3, 802.1X, гостевой доступ, сегментация, WIPS/WIDS
Коммутация	Скорость Ethernet, PoE, uplink, резервирование
Лицензирование	Тип лицензий, срок, обязательные подписки, стоимость продления
Эксплуатация	Гарантия, техническая поддержка, доступность оборудования и запасных частей
Экономика	CAPEX, OPEX, стоимость владения на 3–5 лет

18.1 Сравнительная матрица

Критерий	Вес	Вариант А	Вариант В	Вариант С
Соответствие радиотехническим требованиям	25%	[]	[]	[]
Емкость и масштабируемость	20%	[]	[]	[]
Управление и аналитика	15%	[]	[]	[]
Безопасность	15%	[]	[]	[]
Стоимость владения	15%	[]	[]	[]
Доступность и поддержка	10%	[]	[]	[]
Итоговый балл	100%	[]	[]	[]

19. Итоговое инженерное заключение

На основании цифровой модели объекта, согласованных требований и расчетов CTT Indoor RadioPlanner предлагается реализовать сеть в составе [количество] точек доступа [производитель / модель], размещенных в соответствии с разделом 8 настоящего отчета.

Расчетное решение [соответствует / частично соответствует / не соответствует] установленным критериям по уровню сигнала, резервированию, отношению сигнал/шум, интерференции и пропускной способности. До начала закупки необходимо выполнить мероприятия приоритета 1, перечисленные в разделе 12.

19.1 Основные выводы

- достаточность покрытия: [вывод];
- достаточность резервного покрытия: [вывод];
- условия для роуминга: [вывод];
- качество радиосреды и частотный план: [вывод];
- достаточность производительности и емкости: [вывод];
- готовность инфраструктуры к выбранному оборудованию: [вывод].

19.2 Область применения результатов

Материалы отчета могут использоваться для согласования технического решения, подготовки задания на проектирование, формирования закупочной спецификации, оценки бюджета и организации монтажных работ. Отчет не заменяет рабочую документацию, исполнительную документацию и обязательные приемочные испытания, если они требуются договором или нормативными документами.

Условие действительности

Заключение действительно для исходных данных, конфигурации помещений, оборудования и параметров, указанных в отчете. Изменение планировки, материалов, модели AP или количества пользователей требует повторной проверки.

20. Ограничения моделирования и приемочная проверка

20.1 Ограничения

- точность прогноза зависит от качества и масштаба исходных планов;
- модель материалов может отличаться от фактического ослабления конструкций;
- расчет не полностью учитывает изменяемую обстановку, людей, мебель и оборудование;
- характеристики разных клиентских устройств могут существенно различаться;
- фактический шумовой фон и соседние сети должны проверяться на объекте;
- максимальная скорость на карте не равна гарантированной пользовательской скорости.

20.2 Рекомендуемая программа приемочного обследования

Этап	Проверка	Результат
Passive Survey	RSSI, SNR, шум, каналы, Secondary RSSI	Фактические тепловые карты
Active Survey	Пропускная способность, задержка, потери	Протокол производительности
Roaming Test	Перемещение с голосом/видео	Время и качество перехода между AP
Spectrum Analysis	Не-Wi-Fi источники и импульсные помехи	Реестр источников помех
Configuration Audit	Каналы, мощность, ширина, SSID, RRM	Перечень корректировок

Приложение А. Реестр точек доступа

№	ID / имя	Этаж	Помещение	Модель	MAC / серийный №	Высота	Канал 2,4	Канал 5	Мощность
1	AP-01	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm
2	AP-02	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm
3	AP-03	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm
4	AP-04	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm
5	AP-05	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm
6	AP-06	[]	[]	[]	[]	[] м	[]	[]	[] dBm

Примечание

При использовании диапазона 6 ГГц добавьте соответствующие столбцы канала, ширины и мощности. Таблица может быть расширена до фактического числа точек доступа.

Приложение Б. Параметры моделирования

Группа	Параметр	Значение	Источник / обоснование
Объект	Высота расчетной плоскости	[] м	Уровень клиентских устройств
Объект	Высота установки AP	[] м	Архитектурное решение
Радио	Диапазон	[]	Требования заказчика
Радио	Ширина канала	[] МГц	Плотность и частотный ресурс
Радио	Мощность	[] dBm	Баланс с клиентами
Клиент	Тип / профиль	[]	Типовое клиентское устройство
Клиент	Чувствительность	[] dBm	Профиль клиента
Материал	Капитальная стена	[] dB	Исходные данные / допущение
Материал	Перегородка	[] dB	Исходные данные / допущение
Материал	Стекло	[] dB	Исходные данные / допущение

Приложение В. Комплект расчетных карт

КАРТЫ ЭТАЖА / ЗОНЫ 1

Приложение В.1 — Комплект расчетных карт, лист 1

Приложение В. Комплект расчетных карт (продолжение)

КАРТЫ ЭТАЖА / ЗОНЫ 2

Приложение В.2 — Комплект расчетных карт, лист 2

Приложение Г. Приемочный чек-лист

№	Проверка	Критерий	Факт	Статус / замечание
1	Монтаж AP соответствует плану	Место и высота по отчету	☐	☐
2	Модель и антенна соответствуют расчету	Без несогласованных замен	☐	☐
3	Покрытие RSSI	По согласованному порогу	☐	☐
4	Secondary RSSI	По согласованному порогу	☐	☐
5	SNR	По согласованному порогу	☐	☐
6	Канальный план	Нет критической интерференции	☐	☐
7	Мощность AP	В согласованном диапазоне	☐	☐
8	Пропускная способность	По ТЗ	☐	☐
9	Роуминг	Без недопустимых разрывов	☐	☐
10	Гостевая сеть	Изоляция и доступ в интернет	☐	☐
11	Корпоративная аутентификация	802.1X / иной согласованный метод	☐	☐
12	Документация	Конфигурации и исполнительные материалы переданы	☐	☐

Приложение Д. Термины и сокращения

Термин	Расшифровка / пояснение
AP / ТД	Access Point / точка доступа
RSSI	Received Signal Strength Indicator — уровень принимаемого сигнала
Secondary RSSI	Уровень сигнала от второй по мощности точки доступа
SNR	Signal-to-Noise Ratio — отношение сигнал/шум
Best Server	Точка доступа с лучшим расчетным сигналом в конкретной области
Channel Interference	Оценка влияния совместно- и соседнеканальных источников
Maximum Throughput	Расчетная максимально достижимая скорость
Number of Networks	Количество обнаруживаемых беспроводных сетей
Number of Servers	Количество точек доступа выше заданного порога
RRM	Radio Resource Management — автоматическое управление радиоресурсами
PoE	Power over Ethernet — питание оборудования по кабелю Ethernet
PHY rate	Физическая скорость радиосоединения, не равная полезной скорости приложения

Что получает заказчик

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

Результат	Базовый отчет	Дополнительная услуга
Отчет по инженерной оценке в PDF / DOCX	Да	—
Комплект тепловых карт CTT Indoor RadioPlanner	Да	—
Рекомендованные места установки AP	Да	—
Итоговое инженерное заключение	Да	—
Расчет пользователей, устройств и пиковой нагрузки	—	Анализ емкости
Сравнение нескольких производителей / моделей	—	Multi-vendor planning
Спецификация оборудования	—	BOM
Варианты бюджета строительства	—	Бюджет
Сравнительная матрица и подбор оборудования	—	Подбор оборудования

Финальное согласование

Заказчик подтверждает получение материалов и согласование результатов инженерной оценки с учетом указанных ограничений и необходимости приемочного обследования после монтажа.

От Исполнителя	От Заказчика
Ф.И.О.: _____	Ф.И.О.: _____
Должность: _____	Должность: _____
Подпись: _____ Дата: _____	Подпись: _____ Дата: _____



www.prosyen.ru

Инженерный анализ · Радиомоделирование · Инженерная оценка