

Взлетно-посадочные полосы



Аэродром оборудован одной или несколькими взлётно-посадочными полосами.

Взлётно-посадочная полоса (ВПП) — часть аэродрома, входящая в качестве рабочей площади в состав лётной полосы. ВПП представляет собой специально подготовленную и оборудованную полосу земной поверхности с искусственным (ИВПП) или грунтовым (ГВПП) покрытием, предназначенную для обеспечения взлёта и посадки летательных аппаратов (ЛА).

Обозначение и размеры



ВПП 31 аэропорта Рузине, Прага

Взлётно-посадочные полосы имеют маркированный номер обычно согласно магнитному курсу, на котором они расположены. В Северной Америке ВПП зачастую нумеруются согласно истинному курсу. Значение курса округляют до десятков и делят на 10. Нулевой курс заменяют курсом 360°. Например, в новосибирском аэропорту Толмачёво ВПП-1 имеет магнитный курс 72°, её обозначение — ВПП 07. Любая полоса «направлена» одновременно в две стороны, разница между которыми равна 180°. Следовательно, противоположный курс — 252°. Таким образом, первая полоса в Толмачёво будет иметь обозначение ВПП 07/25.



Часто в аэропортах с двумя и более полосами, они располагаются параллельно — то есть на одном и том же курсе. В таких случаях к числовому обозначению добавляют буквенное — L (левая), C (центральная) и R (правая). К примеру, в чикагском аэропорту Мидуэй сразу три полосы расположены на одном курсе — 136°/316°. Соответственно, они имеют такие обозначения: ВПП 13L/31R, ВПП 13C/31C и ВПП 13R/31L. Однако в парижском аэропорту имени Де Голля все четыре ВПП имеют одинаковый курс, и во избежание путаницы обозначены как 8L/8R/9L/9R.

В эфире радиообмена между пилотами и диспетчерами полосы называют, например, «ВПП ноль два» или «ВПП один три центр».

Размеры взлётно-посадочных полос могут быть весьма различны, от совсем маленьких — 300 м в длину и 10 м в ширину, до огромных — 5,5 км в длину (Банда) и 80 метров в ширину. Самые маленькие используют для лёгкой и сверхлёгкой(СЛА) авиации. Так например для дельталёта(мотодельтаплана)

достаточно 100 м разбега при взлёте и столько же для посадки. Самые крупные полосы строят в больших международных аэропортах и на авиазаводах.

Покрытие для полос используется также различное. Существуют грунтовые, гравийные, асфальтовые и бетонные полосы.

Георадарное обследование взлетно-посадочных полос и подстилающих грунтов

При эксплуатации взлетно-посадочных полос, а также при проведении их реконструкции и ремонта возникает ряд вопросов, связанных с их строением. А именно: необходимо знать строение и состояние конструктивных слоев взлетно-посадочной полосы, наличие дефектов и неоднородностей в твердом покрытии и подстилающих грунтах. Представим круг решаемых задач.

1) определение количества и характера слоев твердого покрытия ВПП:

состав твердого покрытия: асфальтобетон, цементобетон, армобетон, железобетон;

характер армирования твердого покрытия: частота, глубина и однородность заложения арматуры;

размеры плит: толщина, длина и ширина;

2) локализация неоднородностей в твердом покрытии ВПП:

крупные трещины или системы микротрещин;

участки увлажненного твердого покрытия;

стыки плит (сухие, увлажненные, разрушенные, неразрушенные);

3) определение состояния подстилающих грунтов:

определение геологического строения грунтов: мощности и характер грунтов;

определение положений уровня грунтовых вод;

локализация участков с увлажненным или разуплотненным грунтом;

места расположения подземных коммуникаций.

Решить эти и другие задачи может ГЕОФИЗИКА. А именно один из геофизических методов - георадиолокация.

Признанными достоинствами метода георадиолокации

является: применение неразрушающих, бесконтактных способов получения информации, высокая технологичность и относительно низкая стоимость.

Использование современных геофизических технологий: новейших аппаратных разработок, соответствующих методик и программного обеспечения, а так же привлечение данных бурения позволяет получать

надежное решение поставленных задач.

Георадиолокация широко применяется в строительных и инженерно-геологических фирмах большинства высокоразвитых стран, таких как Россия, США, Канада, Швеция, Корея и др. Метод георадиолокации базируется на изучении поля высокочастотных электромагнитных волн (используются частоты от первых десятков МГц до первых единиц ГГц). В основе метода лежит различие горных пород по диэлектрической проницаемости. Излучаемый импульс, распространяясь в обследуемой среде или объекте, отражается от границ, на которых меняются электрические свойства - электропроводность и диэлектрическая проницаемость. Отраженный сигнал принимается приемной антенной, усиливается, преобразуется в цифровой вид и запоминается.

Преимуществом метода является высокая производительность и высокая детальность, как в плане, так и по глубине. Глубинность исследования составляет от первых десятков сантиметров до первых десятков метров. Георадары "ОКО" выпускаются серийно на предприятии, сертифицированном по международной системе качества ISO-9001, имеют гигиенический сертификат и сертификат соответствия.



Георадар имеет в своем составе антенный блок, в который входит приемная и передающая антенны, блок управления и устройство отображения - портативный компьютер или специализированный блок обработки, предназначенный для работы в сложных условиях (мороз, дождь, снег, яркое солнце, механическая вибрация). Для точной пространственной привязки профилей наблюдения используются датчики перемещения. На рис.1. показан рабочий момент георадарной съемки. Георадар укомплектован антенным блоком АБ-400 и датчиком перемещения.

В комплект георадара "ОКО" может входить до 9 сменных антенных блоков с различной центральной частотой излучения, определяющей глубинность исследования. В зависимости от поставленной задачи георадарных исследований выбираются соответствующие типы антенных блоков. Низкочастотные антенны используются для обнаружения или обследования объектов, располагающихся на глубинах до 10-30 м, в то время как высокочастотные антенны позволяют детально обследовать первые метры разреза.

В таблице 1 представлен перечень антенных блоков и некоторые характеристики.

Таблица 1.

Антенные блоки	Центральная частота антенных блоков, МГц	Максимальная глубина зондирования*, м	Разрешающая способность по глубине, м
АБД	25-100	30	0,5-2,0
АБ-150	150	12	0,35
АБ-250	250	8	0,25
АБ-400	400	5	0,15
АБ-700	700	3	0,1
АБ-1200	1200	1,5	0,05
АБ-1700	1700	1	0,03

** - в условиях сухого песка.*

Георадар "ОКО" отличается высокой производительностью. Максимальная скорость перемещения при сборе информации может достигать 20-30 км/час. Георадар "ОКО" и все входящие устройства проходят полный цикл приемосдаточных испытаний, включая климатические испытания в диапазоне температур от -20гр.С до +50гр.С и механические испытания - удары, вибрация, транспортная тряска.

Результаты обследований покрытия взлетно-посадочных полос (ВПП).

Определение строения твердого покрытия ВПП

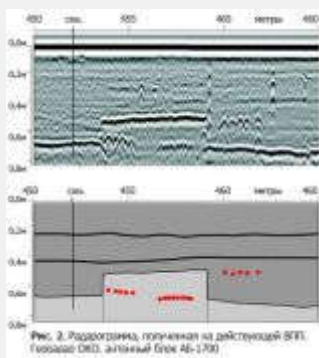


Рис. 2. Радиозондирование, полученное на действующей ВПП. Георадар ОКО, антенный блок АБ-1700

Рассмотрим пример изучения твердого покрытия взлетно-посадочной полосы (рис.2) Съемка проведена АБ-1700.

Результаты интерпретации показали, что покрытие имеет многослойное строение.

Верхняя часть полосы состоит из нескольких слоев асфальтобетона с включениями гальки и щебня.

Толщина асфальтобетона составляет 65-70 см.

Ниже асфальтобетона располагается неармированный цементобетон.

На участке длиной 6 м встречена вставка армированной цементобетонной плиты, верхняя граница которой не опускается ниже 50 см.

Рядом с ней регулярно проявляются пять дифрагированных волн, характерных для арматуры, но границ плиты, внутри которой могла быть заложена эта арматура, выделить не удалось.

Определение характера армирования твердого покрытия ВПП.

На действующей взлетно-посадочной полосе была получена радарограмма АБ-1700 (рис.3).

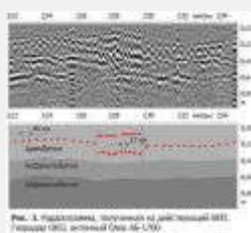


Рис. 3. Подстилаемая, полученная на действующей ВПП. Георадар ОКО, антенный блок АБ-1700

Результаты интерпретации полученных данных показали

следующее:

- верхняя часть полосы сложена армобетонном;
- частота арматурной сетки составляет в среднем 40 см;
- глубина заложения арматуры неодинакова и меняется в интервале от 15 до 25 см;
- в центре участка выделяется полтора метровая вставка цементобетона с двумя слоями арматуры, заложённой с частотой порядка 17 см;
- ниже лежащие слои, слагающее твердое покрытие представлены асфальтобетоном.

Изучение строения твердого покрытия ВПП и подстилающих грунтов.

Радарограмма (рис.4) получена на действующем аэродроме антенным блоком с центральной частотой 1200 МГц (АБ-1200).

Твердое покрытие представлено двумя слоями армобетона.

Первый слой арматуры располагается на глубине 20 см от поверхности ВПП, второй - на глубине 40 см.

Частота заложения арматуры составляет 50 см.

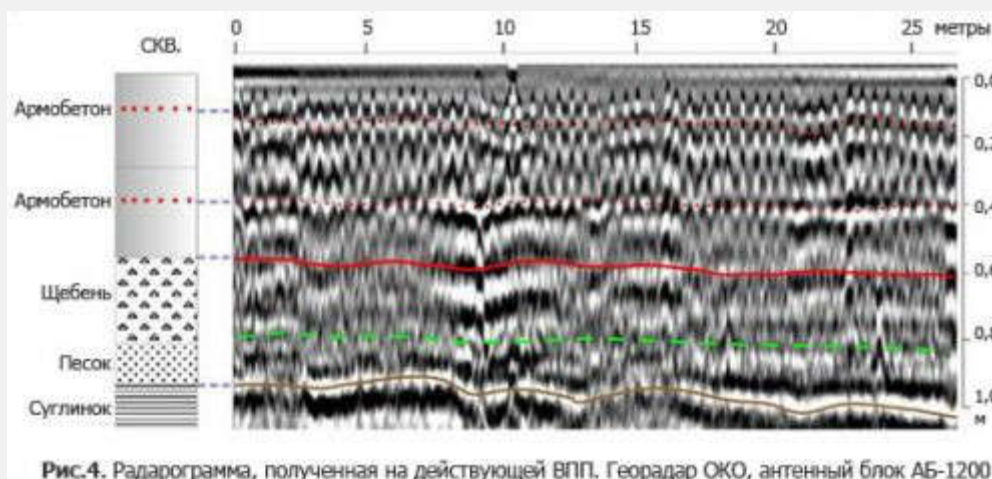


Рис.4. Радарограмма, полученная на действующей ВПП. Георадар ОКО, антенный блок АБ-1200

Профиль наблюдения проходил в непосредственной близости от пробуренной скважины, что позволило точно зная глубину границ в данной точке максимально достоверно определить электромагнитные параметры слоев и, соответственно, их мощности на всей площади исследования. Подстилающие

грунты представлены (сверху вниз) щебнем, песком и суглинком. Контакт между армобетоном и щебнем проявляется слабо из-за "экранирующего" влияния арматуры. Граница между слоями щебня и песка слабо выражена из-за малой контрастности электрических свойств этих слоев. На глубинах 90 см проявляется граница между песком и суглинком, являющаяся контактом между искусственным и естественным грунтовым основанием.

Изучение строения и мощности конструктивных слоев искусственного покрытия ВПП

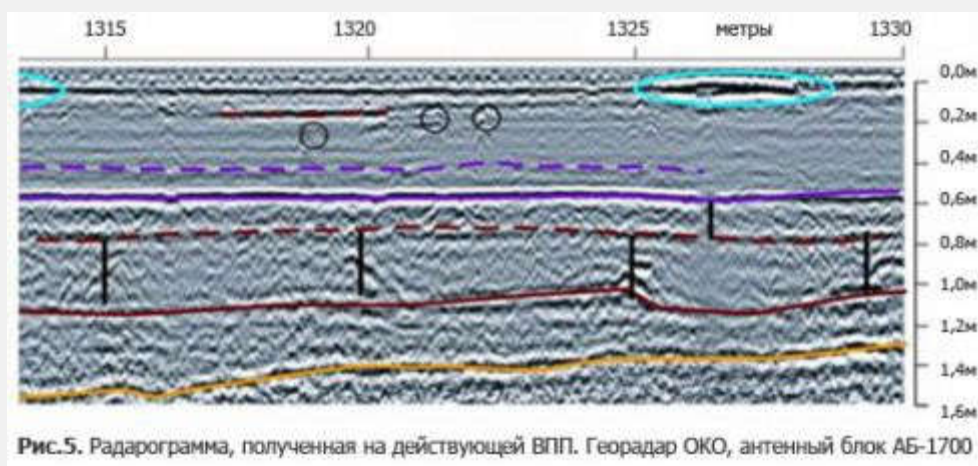


Рис.5. Радарограмма, полученная на действующей ВПП. Георадар ОКО, антенный блок АБ-1700

Радарограмма получена АБ-1700. Твердое покрытие представлено асфальтобетоном в верхней части и цементобетоном в нижней (см. рис.5).

Толщина асфальтобетона составляет около 60 см. Внутри асфальтобетона выделены границы между слоями асфальтобетона, накатанного в разное время. Цементобетон двухслойный. В нижнем слое четко выделяются плиты длиной 5 м. Граница между двумя слоями цементобетона слабовыражена в силу малой контрастности свойств. Подстилающие грунты представлены слоем песка, мощность которого изменяется от 25 до 40 см. Нижняя граница песка (желтая сплошная линия) является границей между насыпными и коренными грунтами, таким образом общая толщина конструкции в среднем составляет порядка 1,5 м.

Типичные неоднородности, выделяемые в строении взлетно-посадочных полос.

Нарушения твердого покрытия.

Нарушения твердого покрытия (стыки между плитами, мелкие трещины) показаны на рис.6.

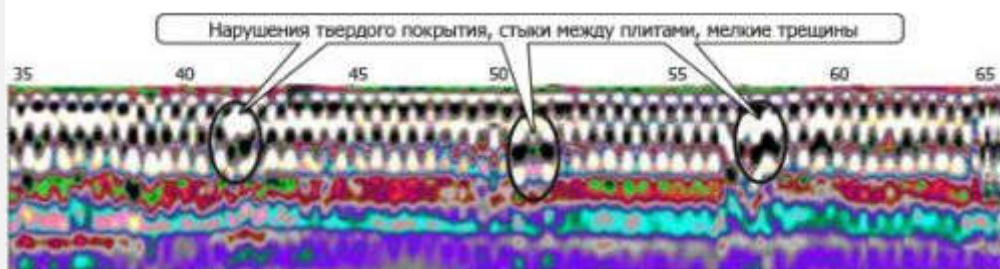


Рис. 6. Нарушения твердого покрытия. Радарограмма, полученная георадаром ОКО

Бетон с фиброй (железной стружкой)

Взлетно-посадочная полоса, на которой получен данный пример (рис.7), выложена плитами размера 21x7.5 м. Вдоль оси с расстоянием в 15 м друг от друга находятся огни. Непосредственно над лампами и вокруг них наблюдаются вставки бетона с фиброй. Для метода георадиолокации такой бетон является помехой.

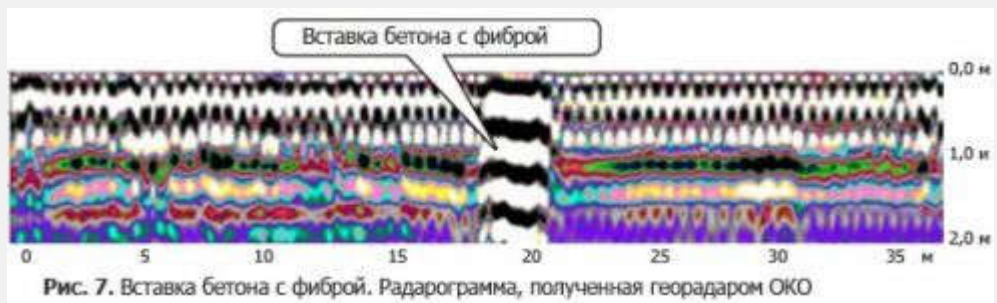


Рис. 7. Вставка бетона с фиброй. Радарограмма, полученная георадаром ОКО

Области переувлажненных грунтов.

На отдельных участках встречаются области низкочастотных отражений. Вероятнее всего, это области обводнения твердого покрытия или вставки более пористого влагонасыщенного бетона (рис.8).

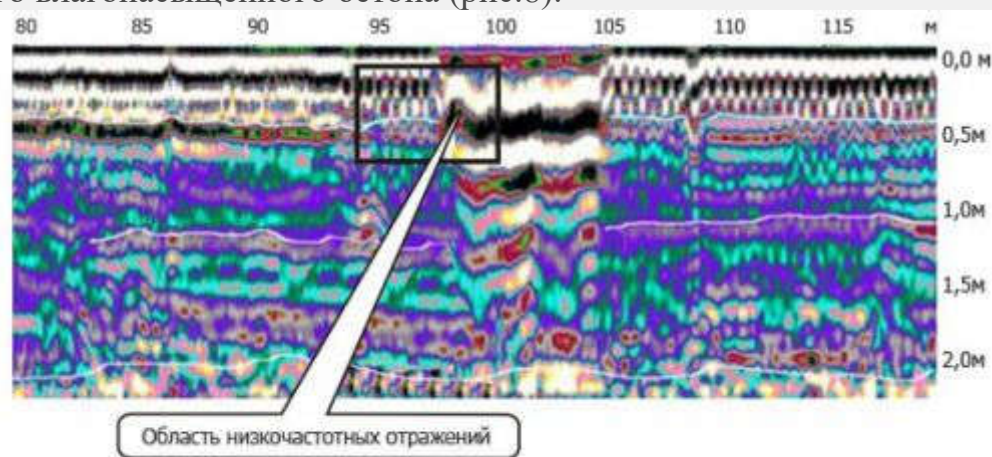
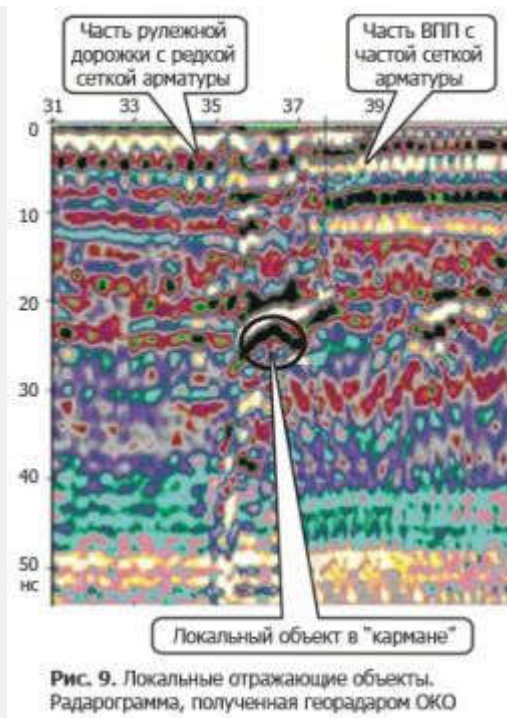


Рис. 8. Области переувлажненных грунтов. Радарограмма, полученная георадаром ОКО

Локальные отражающие объекты

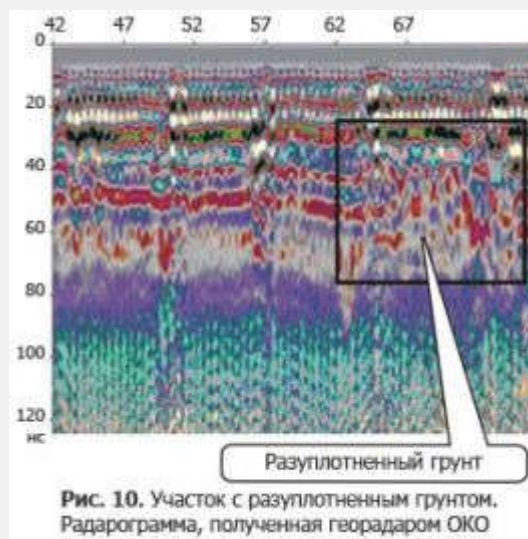
Фрагмент (рис.9) отвечает стыку плит рулежной дорожки с плитами взлетно-посадочной полосы. В плитах ВПП расстояние между прутами арматуры составляет 10-20 см, в плитах рулежной дорожки - около 50 см.



Кроме того, на радарограмме выделен объект, располагающийся на одной из границ разреза. Такой отражающий эффект может быть вызван, например, трубой, являющейся частью дренажной системы ВПП.

Участки с разуплотненным грунтом.

Иногда встречаются участки с плохо прослеживающимися границами (рис.10).



Это связано либо с отсутствием четкой границы между различными слоями (постепенный литологический переход) либо с вторичной переработкой или разуплотнением грунта.

Освещение ВПП

Основная задача светового оборудования взлётно-посадочной полосы —

обеспечивать безопасную посадку и взлёт воздушных судов в тёмное время суток и в сумерках, а также в условиях ограниченной видимости.

Освещение ВПП (ОВИ — огни высокой интенсивности) представляет собой световую полосу чаще всего белого цвета — стробы — длиной 500—700 метров. При заходе на посадку пилот пользуется стробами для визуального контроля положения самолёта относительно курса ВПП. Порог (торец) полосы обозначен практически сплошной линией зелёных огней, расположенной перпендикулярно полосе стробов. Осевая линия самой полосы также обозначена белыми огнями. Кромки ВПП — жёлтыми. Светосигнальное оборудование аэродрома можно разделить на группы огней, располагающиеся в определённой последовательности и легко различимые при установлении визуального контакта пилота с землей.

Группы сигнальных огней:

1. Огни приближения постоянного и импульсного излучения устанавливаются по линии продолжения оси ВПП. Они предназначены для указания пилоту направления на ось ВПП и используются для маркировки участка между БПРМ (см. Маркерный радиомаяк) и началом ВПП. Хотя импульсные огни приближения и рекомендуются во всех системах ОВИ, но, как показывает практика, их применение целесообразно только днем в тумане, когда отсутствует их слепящее действие. Огни приближения излучают белый свет.

2. Огни световых горизонтов располагаются перпендикулярно линии продолжения оси ВПП, создавая искусственный горизонт. Световые горизонты дают информацию пилоту о поперечном крене ВС по отношению к поверхности ВПП. Огни световых горизонтов излучают белый свет.

3. Входные огни устанавливаются у порога ВПП. Они предназначены для указания начала ВПП (его торца) и излучают зелёный свет.

4. Огни знака приземления устанавливаются на расстоянии 150—300 м от порога ВПП перпендикулярно оси ВПП в виде небольшого светового горизонта за пределами ВПП. Огни знака приземления излучают белый свет.

5. Ограничительные огни обозначают конец ВПП и излучают красный свет.

6. Огни зоны приземления служат для обозначения зоны приземления на ВПП с целью облегчения посадки в условиях плохой видимости. Огни устанавливаются в два ряда параллельно оси ВПП на участке 900 м от порога ВПП. Они излучают белый свет.

7. Боковые огни КПБ и огни зоны приземления, располагаясь в одном ряду, образуют световой коридор, по которому пилот легко определяет правильность выхода на ось ВПП.

8. Глиссадные огни предназначены для указания визуальной глиссады планирования. Тип, число и схема расположения глиссадных огней определяются заданием на проектирование аэродрома. Существует несколько стандартных схем размещения глиссадных огней. Так, например, одна из стандартных схем визуального указания глиссады планирования включает в себя 12 глиссадных огней, размещенных по следующей схеме: две пары

фланговых горизонтов (ближний и дальний) по три огня в каждом горизонте. Ближний горизонт располагается на расстоянии 150 м от порога ВПП, дальний — на расстоянии 210 м от ближнего. Каждый глиссадный огонь излучает белый свет в верхней части и красный в нижней. Углы распределения световых лучей и установка глиссадных огней должны быть такими, чтобы пилот при заходе на посадку видел:

- все глиссадные огни красными при нахождении ВС ниже нормальной глиссады планирования и все огни белыми при нахождении ВС выше нормальной глиссады планирования;

- огни ближнего горизонта белыми, а дальнего горизонта красными при нахождении ВС на нормальной глиссаде планирования.

9. Посадочные огни размещают с двух сторон вдоль ВПП и обозначают ими боковые продольные стороны ВПП. При помощи посадочных огней маркируются 600-метровые участки по концам ВПП. На этих участках посадочные огни излучают жёлтый свет, на остальных — белый.

10. Огни концевой полосы безопасности (КПБ) — осевые, центрального ряда и боковые — устанавливаются только в светосигнальных системах ОВИ-П, ОВИ-П1 перед началом ВПП на участке длиной 300 м. Они предназначены для указания направления на ось ВПП, дают информацию пилоту о ширине зоны приземления, моменте начала выравнивания. Осевые и центральные огни КПБ излучают белый свет, а боковые огни КПБ — красный.

11. Осевые огни ВПП предназначены для указания пилоту продольной оси ВПП при посадке и взлёте ВС. Для кодирования участков ВПП осевые огни, смонтированные на последних 300 м ВПП для каждого направления посадки, излучают красный свет в направлении к ВС, движущемуся по ВПП. На участке 900—300 м от конца ВПП осевые огни излучают красный и белый свет попеременно, а на остальном участке до порога ВПП — белый. Осевые огни используются при эксплуатации ВС с высокими посадочными скоростями, а также при ширине ВПП более 50 м.

12. Огни быстрого схода с ВПП располагаются на скоростных выводных РД и предназначены для руления на большой скорости (60 км/ч и более) при сходе с ВПП в целях увеличения пропускной способности ВПП. Огни излучают зелёный свет. Огни схода с ВПП устанавливаются на выводных РД, имеющих большой угол закругления. Они предназначены для использования при сходе с ВПП. Огни излучают также зелёный свет. Огни схода с ВПП и огни быстрого схода с ВПП должны быть экранированы так, чтобы они были видны только в заданном направлении.

13. Боковые и осевые рулёжные огни служат соответственно для указания продольных границ и осевой линии рулёжных дорожек. Боковые рулёжные огни излучают синий свет, а осевые — зелёный.

14. Стоп-огни предназначены для запрещения движения ВС у пересечений РД, мест примыкания РД к ВПП или мест ожидания при рулении. Они дополняют светофоры или заменяют знаки дневной маркировки огнями высокой интенсивности в условиях плохой видимости. Стоп-огни однонаправленные и излучают красный свет.

15. Предупредительные огни предназначены для предупреждения пилота о

ближайшем пересечении рулёжных дорожек. Огни устанавливаются в виде светового горизонта, перпендикулярного оси РД. Они излучают жёлтый свет.

16. Заградительные огни предназначены для светового обозначения препятствий в районе аэродрома, излучают красный свет и должны устанавливаться в соответствии с «Наставлением по аэродромной службе ГА».

17. Аэродромные световые указатели облегчают экипажу ориентировку на аэродроме при рулении, а также при движении ВС по аэродрому. Огни бывают двух видов — управляемые и неуправляемые. К управляемым относятся светофоры и стрелочные указатели. Светофоры, запрещающие движение, должны излучать красный свет, разрешающие — зелёный, а стрелки (световые указатели направления движения) — жёлтый свет. Цветовое исполнение неуправляемых светосигнальных знаков определяется их назначением. На рабочем поле знака прямоугольной формы, как правило, имеется только один символ в виде буквы, цифры или стрелки. Формы и размеры символов соответствуют рекомендациям ИКАО.

Разметка ВПП

Разметка необходима прежде всего для наиболее точной и, следовательно, безопасной посадки самолёта на полосу. Разметка ВПП весьма отлична от той, что мы привыкли видеть на автодорогах.



Слева-направо:

- **Концевая полоса безопасности, КПБ** (жёлтые шевроны). Предназначена для защиты поверхности земли от обдувания мощными струями выхлопов реактивных двигателей (чтобы не разрушать поверхность, не поднимать пыль и т. д.), а также для случаев выкатывания за ВПП. Летательным аппаратам запрещено находиться на КПБ, потому что её поверхность не рассчитана на их вес.
- **Перемещённый порог** (либо смещённый торец, белые стрелки) — зона ВПП, где разрешено руление, разбег и пробег летательных аппаратов, но не посадка.
- **Порог** (либо **торец**, белые полосы в виде «зебры») — начало ВПП, обозначает начало места, где можно приземляться. Порог сделан таким для того, чтобы быть заметным издали. Количество линий зависит от ширины ВПП.
- **Маркированный номер** и, если необходимо, буква (Л/Л — левая, П/Р — правая Ц/С — центральная)
- **Зона приземления** (двойные параллельные прямоугольники, начинаются в 300 м от порога ВПП).
- **Отметки фиксированного расстояния** (большие прямоугольники, располагаются через 150 м). При идеальной посадке пилот глазами «удерживает» зону приземления, и касание происходит непосредственно в зоне посадки.

Необходимым атрибутом разметки являются также осевая и иногда боковые линии.

Активная (рабочая) полоса

Активная полоса (рабочая полоса) — это взлётно-посадочная полоса, используемая для взлётов и (или) посадок воздушных судов в данный момент времени.

Основной фактор выбора ВПП для посадки или взлёта — это направление ветра. Из законов аэродинамики следует, что самолёт не в состоянии производить посадку или взлёт с ощутимым попутным ветром. Идеальные условия (лучше абсолютного штиля!) — это взлёт/посадка против ветра. Но ветер не всегда дует точно в противоположном направлении относительно движения самолёта. Поэтому при совершении процедур взлёта и посадки выбирается курс, наиболее отличный от направления ветра. Грубо говоря, чем ближе к положению «против ветра», тем лучше.

В аэропортах с одной или несколькими параллельными ВПП пилотам зачастую приходится сажать самолёты с боковым ветром вплоть до 90°. Но в крупных аэропортах полосы часто располагают под углом друг к другу. К примеру, в аэропорту Сан-Франциско четыре взлётно-посадочные полосы — одна пара параллельных между собой ВПП практически перпендикулярно пересекается другой парой параллельных ВПП. В аэропорту Лас-Вегаса, который также имеет четыре ВПП, угол между двумя парами параллельных полос составляет 60°. А в крупнейшем аэропорту Чикаго — О'Хара — шесть ВПП в трёх разных направлениях. Такая конфигурация полос зачастую облегчает жизнь пилотам и диспетчерам. Но и тут есть свои недостатки — сам факт пересечения полос уже несет в себе определённую опасность.

В аэропортах с двумя или более полосами часто применяют практику использования одной полосы для взлёта, другой — для посадки. Так, в московском Шереметьево ВПП 07R/25L используют в основном только для взлёта, а 07L/25R — для посадки. Однако в связи с близостью полос выполнять эти операции одновременно не допускается (одним из условий разрешения на совместную эксплуатацию параллельных ВПП является выполнение требования: расстояние между полосами должно быть более 1,5—2 км).

Аэропорты Домодедово и Пулково — единственные в России аэропорты, позволяющие использовать обе ВПП независимо и одновременно (режимы ВП — взлёт-посадка и ВВ — взлёт-взлёт).

Сообщать экипажам самолётов номер активной (рабочей) полосы (а также погоду — скорость и направление ветра у поверхности земли, видимость, облачность, температуру воздуха, давление и т. п.) в небольших аэропортах —

обязанность авиадиспетчера, а в крупных аэропортах это осуществляется с помощью системы автоматического радиовещания метеорологической информации АТИС.

Самые длинные ВПП в мире

1. Грунтовая ВПП 17/35 на Авиабазе Эдвардс, США, расположенная на поверхности высохшего озера Роджерс, — 11917x297 м
2. ВПП в аэропорту города Чамдо, КНР — 5500 м.
3. ВПП 12/30 на аэродроме Раменское (ЛИИ им. Громова), Россия — 5402x120 м.
4. ВПП на аэродроме Ульяновск-Восточный, Россия — 5000x105 м.
5. ВПП в аэропорту Шигадзе, КНР — 5000 м.
6. ВПП на аэродроме Эмбаер, Бразилия — 4967 м.
7. ВПП в аэропорту города Юпингтон, ЮАР — 4900x60 м.