

Рис. 3. Температура в ядре атлантических вод в 2007–2010 гг. (а) и ее аномалия относительно климатических значений 1950–1994 гг. (б).

Основными результатами являются карты распределения средних значений температуры и солености на фиксированных горизонтах и их аномалии относительно климатических значений на 167 горизонтах:

- каждый 1 м в диапазоне глубин от 2 до 50 м;
- каждые 5 м в диапазоне глубин 55–100 м;
- каждые 10 м в диапазоне глубин 110–300 м;
- каждые 25 м в диапазоне глубин от 325 до 1000 м;
- каждые 50 м в диапазоне глубин от 1 км и глубже.

Для глубин от 2 до 4000 м расчеты производились без учета сезонов, в то время как для верхнего 50-метрового слоя дополнительно были сделаны расчеты для двух сезонов: август – сентябрь (летний период) и февраль – март (зимний период).

В процессе работы кроме средних значений температуры и солености на различных горизонтах были определены следующие характеристики:

- 1) содержание пресной воды в слое от поверхности до глубины залегания изогаины 34,8 ‰ (рис. 2);

- 2) характеристики атлантических вод (верхняя граница, толщина, теплосодержание, максимум температуры (рис. 3) и глубина его залегания). Под атлантическими водами понимается водная масса с температурой выше 0 °С и соленостью более 34,8 ‰;

- 3) характеристики летних тихоокеанских вод (толщина, максимум температуры и глубина его залегания). Летние тихоокеанские воды характеризуются значениями температуры выше –1,4 °С и соленостью 30,5–33,0 ‰;

Все материалы, полученные в результате работы, включая 3D интерполированные значения температуры и солености, 2D интегральные характеристики и их климатические аномалии, доступны на интернет-странице проекта <http://ocean8x.aari.ru/ipy/ipy.php>.

*И.М. Ашик, Е.В. Блошкина, С.А. Кириллов,
К.В. Фильчук (АНИИ)*

СНЕЖНО-ЛЕДОВЫЕ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫЕ ПОЛОСЫ РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ — ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

На сегодняшний день в Антарктиде насчитывается более 50 взлетно-посадочных полос (ВПП), расположенных в разных точках континента и принадлежащих более чем 20 различным странам мира, осуществляющим там свою деятельность. Из всего этого множества ВПП всего пять имеют грунтовое покрытие и расположены на коренных

породах, остальные снежно-ледовые ВПП находятся на ледниках либо на ледяных покрытиях различных водоемов. Некоторые из них имеют развитую инфраструктуру и сертифицированы как аэродромы.

Российская антарктическая экспедиция располагает тремя регулярно используемыми снежно-ледовыми



Рис. 1. Взлет Ил-76ТД с ледовой ВПП аэродрома станции Новолазаревская.

аэродромами. Это аэродромы станций Новолазаревская, Прогресс, Восток, а также транзитная ВПП «Гора Вечерняя», расположенная вблизи сезонной базы Молодежная. Помимо этого, в районе станции Мирный в период сезонных работ 60-й РАЭ были проведены успешные инженерные изыскания на предмет организации там аэродрома для самолетов средней дальности на лыжном шасси, типа БТ-67 (Баслер). Все аэродромы РАЭ расположены на ледниках.

Трудно переоценить значение каждого из вышеназванных аэродромов. Аэродром станции Новолазаревская — это доставка грузов и людей с других континентов в Антарктиду, в том числе и в рамках международной авиационной корпоративной сети «Dromlan», объединяющей 11 национальных антарктических программ. С помощью данного аэродрома осуществляются регулярные перелеты межконтинентального авиалайнера Ил-76ТД из Кейптауна на шестой континент. На рис. 1 представлен момент взлета Ил-76ТД с ВПП Новолазаревская с 70-ю пассажирами на борту, отправляющегося из Антарктиды в Кейптаун.

Аэродромы станций Прогресс и Восток — это в первую очередь оперативное снабжение континентальной станции Восток, доставка туда людей и грузов через



Рис. 2. Карта-схема расположения станций РАЭ, а также стандартные маршруты следования самолетов.

прибрежные станции Новолазаревская и Прогресс. Перелет со станции Новолазаревская на станцию Прогресс осуществляется с дозаправкой на полевой базе Молодежная. Со станции Прогресс можно осуществлять полеты как на станцию Восток, так и на станцию Мирный. На рис. 2 представлена карта-схема расположения российских станций, а также стандартные маршруты следования самолетов.

Районы базирования каждого из антарктических аэродромов отличаются своими климатическими и гляциологическими особенностями, поэтому методы подготовки и эксплуатации аэродромов имеют свои особенности.

Аэродром станции Новолазаревская

Главный воздушный порт РАЭ — аэродром станции Новолазаревская — сегодня единственный, на котором самолеты на колесном шасси могут совершать взлет и посадку. Аэродром находится на леднике в 7 км от оазиса Ширмахера, на высоте 550 м над уровнем моря. Длина ВПП — 3000 м, ширина — 60 м, координаты центра ВПП — 70° 50' 39" ю.ш., 11° 35' 44" в.д. Уникальная особенность данной области ледника в том, что она представляет собой так называемую «зону голубого льда», то есть место, где на поверхности ледника отсутствует постоянный снежный покров. Основная причина образования таких зон в Антарктиде — это наличие сильных катабатических (стоковых) ветров в данном районе. Сильный приземный ветер сдувает снежные осадки с поверхности ледника и не дает возможности образовываться значительному снежному покрову. Обычно наличие таких зон отмечается в районах выходов горных массивов, где образуется прочное ледяное покрытие. Естественный покров ледника в таком районе представляет собой малоснежный участок льда, твердость которого, даже при температурах, близких к температуре фазового перехода, превышает 1,2 МПа, что даже без предварительной подготовки достаточно для посадки многих типов самолетов на колесном шасси.

Как правило, этот аэродром эксплуатируется в период сезонных операций РАЭ, с ноября по март. Основной проблемой при подготовке ВПП после зимнего сезона является частичная расчистка снега, накопленного на поверхности льда за зимний период, и частичное его уплотнение с целью создания плотного защитного снежного слоя на поверхности льда. Эти работы осуществляются с помощью катка на пневматических колесах.

В летний период мощная солнечная радиация, активно поглощаемая поверхностью ледника в районе аэродрома, при низком альбедо поверхности, приводит к таянию снежно-ледяного покрова и появлению слякоти, а иногда и мелких озер на поверхности ВПП и, как следствие, к необходимости закрытия аэродрома в самый теплый период года (январе). Таким образом, для успешного функционирования этого аэродрома необходимо проводить работы по созданию искусственного защитного снежного слоя, повышающего альбедо поверхности ВПП и, как следствие, предотвращающего ее таяние.

В летний период повышение альбедо достигается с помощью метода искусственного образования мелкой крошки на поверхности ВПП игольчатым ледорезным катком либо фрезой транспортера типа «Pisten-Bulli». Также применяется метод уплотнения слоя снежного покрова на ВПП при его наличии. Снег для покрытия ВПП также может доставляться из других мест ледни-

ка, где наблюдалось активное снегонакопление. Необходимо отметить, что защитный слой уплотненного снега либо ледяной крошки также повышает коэффициент сцепления колес шасси самолета с поверхностью ледника, что улучшает качество ВПП. На рис. 3 представлен фрагмент технической подготовки ВПП аэродрома станции Новолазаревская.

Иначе обстоят дела на аэродромах станций Восток, Прогресс и Мирный. На ледниках в этих районах имеется постоянный снежный покров. На рис. 4 представлена стратиграфия снежно-ледового покрытия каждого аэродрома. Сегодня ВПП этих аэродромов пригодны только для самолетов на лыжных шасси.

Аэродром станции Прогресс

Район станции Прогресс характеризуется как одно из самых теплых мест в Восточной Антарктиде. Аэродром находится на леднике в трех километрах от оазиса Ларсенмана, практически на берегу океана, на высоте 250 м над уровнем моря. Длина ВПП — 1500 м, ширина — 60 м, расстояние от станции Прогресс — 6 км. Координаты центра ВПП — 69° 26' 01" ю.ш. и 76° 19' 56" в.д. Несмотря на очень теплые климатические условия, на леднике имеется постоянный снежный покров толщиной более 5 м. По международной классификации данное место ледника можно отнести к инфильтрационной зоне (зона промачивания), хотя в определенные годы лето бывает настолько холодное, что тот же район ледника можно классифицировать как зону протекания. Оперативное снабжение станции Восток осуществляется с аэродрома станции Прогресс с помощью самолета БТ-67 на лыжно-колесном шасси. Данный самолет не требует специально подготовленного твердого покрытия ВПП, как это необходимо для самолетов на колесных шасси.

На аэродромах станций Восток, Прогресс и Мирный с помощью специальной техники производится лишь выравнивание снежной поверхности ВПП и ее разметка. На рис. 5 представлен вид на ВПП аэродрома станции Прогресс и фрагмент подготовки аэродрома к приему самолета БТ-67.

Аэродром станции Восток

Самые суровые климатические условия на планете отмечаются в районе станции Восток. Высота поверхности ледника здесь составляет 3500 м, удаленность от берега антарктического континента — 1300 км. Температура снежного покрова не поднимается выше -20 °С. Толщина снежного покрова достигает 100 м.

ВПП аэродрома станции Восток пригодна только для самолетов на лыжном шасси. Длина ВПП — 3000 м, ширина — 60 м. Координаты центра ВПП: 78° 28' 22" ю.ш. и 106° 49' 33" в.д. Аэродром эксплуатируется в летний сезон с ноября по февраль. На рис. 6 представлен вид на ВПП станции Восток.

Аэродром станции Мирный

Станция Мирный располагается на двух сопках, окруженных ледниками, в районе моря Дейвиса. Как



Рис. 3. Эпизод подготовки ВПП аэродрома станции Новолазаревская.

известно, ледники в районе станции Мирный крайне опасны по причине значительного количества глубоких и не всегда видимых трещин, что уже приводило к трагическим последствиям. С учетом этих негативных природных факторов, для создания новой ВПП необходимо было найти максимально безопасное место.

С этой целью вначале была выполнена аэрофото-съемка района окрестностей территории станции Мирный с помощью вертолета КА-32. По результатам съемки была выбрана перспективная площадка для

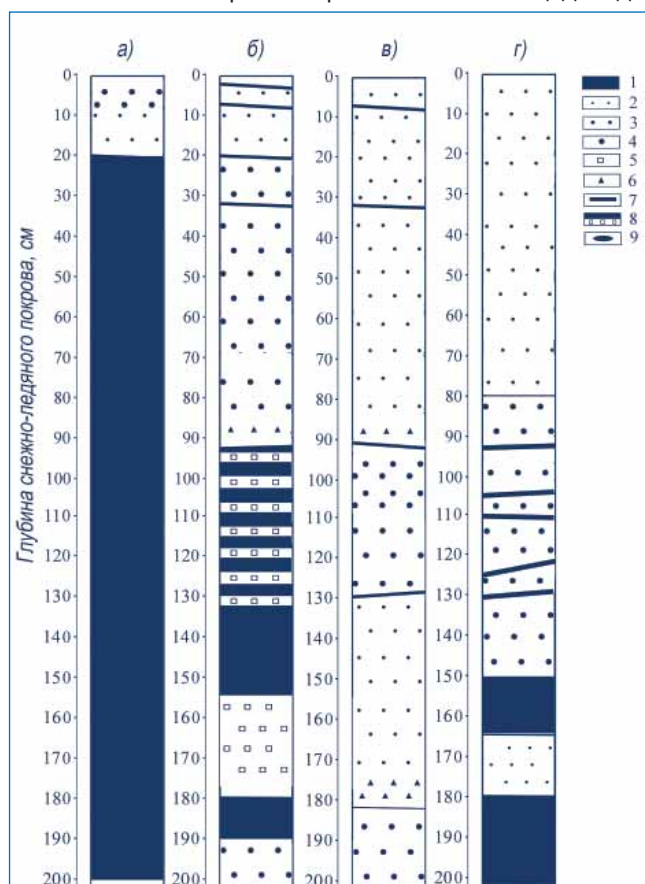


Рис. 4. Стратиграфия снежно-ледового покрытия аэродромов станций: а – Новолазаревская; б – Прогресс; в – Восток; г – Мирный. Обозначения: 1 – ледниковый лед; 2 – мелкозернистый снег; 3 – среднезернистый снег; 4 – крупнозернистый снег, или фирн; 5 – огранные кристаллы; 6 – глубинная изморозь; 7 – ледяная корка; 8 – ледниковый лед с вкраплениями огранных кристаллов; 9 – ледяные включения.



Рис. 5. Эпизод подготовки аэродрома к приему самолета БТ-67 и вид на ВПП аэродрома станции Прогресс.



Рис. 6. Момент посадки самолета БТ-67 на ВПП аэродрома станции Восток



Рис. 7. Проверка выбранной площадки под ВПП на отсутствие внутренних трещин или полостей с помощью радиолокатора GSSI SIR 3000.

аэродрома, на которой было проведено детальное обследование ледникового покрова с помощью радиолокационной съемки. На рис. 7 представлен эпизод проведения проверки выбранной площадки под ВПП на отсутствие внутренних трещин или полостей с помощью радиолокатора GSSI SIR 3000 американского производства. По результатам анализа данных этой радиолокационной съемки было выбрано оптимальное место для организации ВПП и произведена ее разметка. Длина ВПП составила 1500 м, координаты ее центра — $66^{\circ} 34' 08''$ ю.ш. и $93^{\circ} 01' 22''$ в.д.

Новая ВПП на станции Мирный предназначена для самолетов среднего класса на лыжном шасси. Она может эксплуатироваться в течение всего периода полетов самолетов в Антарктике, т.е. с октября по март.

В районе аэродрома станции Мирный осуществляется периодический мониторинг динамики и состояния ледяного покрова: в должностные обязанности метеоролога теперь входит выполнение ежемесячных измерений точных геодезических координат всех вех, установленных на территории аэродрома, а также его снегомерная съемка.

Аэродром на сезонной полевой базе Молодежная

Бывшая главная станция СССР в Антарктике — Молодежная — в 1998 г. была переведена в разряд сезонных полевых баз. В районе этой станции размещались три снежно-ледовых аэродрома: ближний, расположенный непосредственно около станции; ВПП на ледниковом куполе, удаленном на 7–9 км от станции, и аэродром, находившийся в 25 км от станции в районе горы Вечерняя. Последний из них, как известно, был способен принимать тяжелые самолеты на колесном шасси типа Ил-18 и Ил-76. Начиная с 1992 г. эти аэродромы прекратили свою работу, которая была частично возобновлена только в 2008 г., когда для перелетов между станциями Новолазаревская и Прогресс самолетами типа БТ-67 потребовалась промежуточная дозаправка. В период с 2008 по 2014 г. для этой цели ВПП размещалась

в 7 км от базы Молодежная. Однако, учитывая отсутствие аэродромной техники для обслуживания ВПП, ее поверхность постепенно стала неровной и небезопасной для эксплуатации. В январе 2015 г. ВПП базы Молодежная была перенесена на место бывшего аэродрома «Гора Вечерняя». ВПП имеет длину 1550 м, ширину 60 м, высота 240 м над уровнем моря, координаты центра ВПП: 67° 41' 00" ю.ш. и 46° 08' 05" в.д. В настоящее время этот аэродром способен принимать самолеты только на лыжном шасси.

Перспективы развития сети аэродромов РАЭ

В перспективе развития работ РАЭ на ближайшие годы планируется возрождение круглогодичного функционирования станции Русская, находящейся в западном секторе Антарктиды на побережье Земли Мэри Бэрд (Берег Хобса). Как известно, район станции Русская является одним из наименее изученных на шестом континенте, как и весь тихоокеанский сектор Южного океана. Необходимость восстановления работы этой станции диктуется не только научными интересами, но и чисто практическими задачами, связанными с поддержкой отечественной космической программы. Наличие наземной контрольной точки в этом районе крайне важно для проведения мониторинга положения спутников на участках их орбит, проходящих в Южном полушарии и невидимых с территории России.

Станция Русская (рис. 8) была открыта в 1980 г. и законсервирована в 1990 г. В 2008 г. после почти 20-летнего перерыва станцию посетила наша экспедиция, которая начала ее поэтапное восстановление, в том числе была установлена автоматическая метеорологическая станция, а в 2 км от полярной станции на леднике была размечена ВПП с координатами центра ВПП — 74° 46' 31" ю. ш. и 136° 46' 20" з. д. и длиной 1200 м. Эта полоса предназначена для самолетов на лыжном шасси. Схема планируемого маршрута полетов самолетов на станцию Русская представлена на рис. 9.

В планах РАЭ также создание ВПП в районе полевого лагеря «Оазис Бангера», расположенного в одноименном оазисе на расстоянии 400 км от станции Мирный. В дальнейшем этот аэродром будет подготовлен к эксплуатации для обеспечения проведения геолого-геофизических работ в оазисах Бангера и Обручева, запланированных на ближайшие годы. При обследовании этого района было уставлено, что наилучшим местом размещения ВПП для самолетов на лыжном шасси является поверхность многолетнего льда в заливе Транскрипция, омывающем с севера оазис Бангера. Известно, что на лед этого залива в 60-х гг. прошлого века уже совершались посадки самолетов типа Ил-14, а также, впоследствии, самолетов австралийской экспедиции. Необходимо отметить, что характерной особенностью ледяного покрова этого водного объекта является то, что он практически не подвержен та-



Рис. 8. Российская антарктическая станция Русская.

янию в летний период, а в зимний период снег с его поверхности уносится сильными ветрами. Таким образом, посадка здесь самолета на лыжном шасси не потребует значительных работ по подготовки ВПП.

Методики подготовки и эксплуатации ВПП для различных типов снежно-ледовых поверхностей, разработанные специалистами ААНИИ и Института «Лена-эропроект» в 60–80 гг. прошлого века, и в настоящее время продолжают совершенствоваться на практике на основе современных технологий и новых технических средств.

Подводя итог, необходимо подчеркнуть, что авиационное обеспечение деятельности российских антарктических станций и баз было и остается одним из важнейших направлений развития отечественного присутствия в Антарктике. В связи с этим приоритетной задачей РАЭ является создание удобных и надежных снежно-ледовых аэродромов во всех пунктах работы экспедиции.

*С.П. Поляков, В.Л. Мартьянов,
В.В. Лукин (ААНИИ).
Фото предоставлены РАЭ*

Рис. 9. Схема планируемого маршрута полета самолетов на станцию Русская.

