

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И УРБАНИСТИКА

Научная статья

УДК/UDC 711.454:624.95

DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3-182-195

**Хранилище генофонда на архипелаге Грумант****Алексей Валентинович Крашенинников<sup>1✉</sup>, Сергей Валентинович Молчанов<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup>Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия<sup>1</sup>ud-marhi@mail.ru, <sup>2</sup>svmolch@ya.ru

**Аннотация.** Хранилище генофонда семян в районе пос. Баренцбург на архипелаге Грумант имеет стратегическое значение для всего человечества и в то же время служит драйвером для развития удалённой Российской территории. В статье рассмотрена история создания наиболее значимых хранилищ семян и предпосылки создания международного хранилища генофонда человечества в скалах архипелага, скованных вечной мерзлотой. Подробно рассмотрены семеновохранилища в Петрограде, на Кубани и в Якутии. Описываются известные международные хранилища в Соединённом Королевстве и на архипелаге Грумант. Анализируются возможные географические варианты размещения хранилища генофонда по критериям наиболее удобного, эффективного и стратегически значимого местоположения. На основе выбранного расположения предлагается поэтапная градостроительная концепция развития международного хранилища. Градостроительная концепция разработана в ходе подготовки магистерской диссертации на кафедре «Градостроительство» МАРХИ в 2023 году.

**Ключевые слова:** архипелаг Грумант, пос. Баренцбург, хранилище семян, хранилище генофонда, градостроительное развитие, функционально-планировочная схема

**Для цитирования:** Крашенинников А.В. Хранилище генофонда на архипелаге Грумант / А.В. Крашенинников, С.В. Молчанов // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №3(64). С. 182–195. URL:

[https://marhi.ru/AMIT/2023/3kvart23/PDF/12\\_krasheninnikov.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2023/3kvart23/PDF/12_krasheninnikov.pdf) DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3-182-195

## TOWN-PLANNING AND URBAN DESIGN STUDIES

Original article

**Gene pool repository on the Grumant archipelago****Alexey V. Krasheninnikov<sup>1✉</sup>, Sergey V. Molchanov<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup>Moscow Architectural Institute (State Academe), Moscow, Russia<sup>1</sup>ud-marhi@mail.ru, <sup>2</sup>svmolch@ya.ru

**Abstract.** Gene Pool Vault near the Barentsburg town on Spitsbergen archipelago has a strategically important mission for the humanity and at the same time it can become a driver for the development of the remote Russian territory. The article discusses the history of various seed storages and the prerequisites for the creation of an international repository of the human gene pool in the rocks of the archipelago bounds by permafrost. Seed storages in Petrograd, Kuban and Yakutiya are considered in detail; well-known international repositories in the UK and Spitsbergen archipelago are described. Possible geographic options for locating the Gene Vault are analysed according to the criteria of the most convenient, efficient and strategically significant location. Based on the chosen location, a phased urban planning concept for the development of the International Repository is proposed. Urban development concept was developed as a masters study in Town Planning department of Moscow architectural institute in 2023.

**Keywords:** Grumant (Spitsbergen) archipelago, Barentsburg-city, seed storage, gene pool storage, urban development, functional planning scheme

**For citation:** Krasheninnikov A.V., Molchanov S.V. Gene pool repository on the Grumant archipelago. Architecture and Modern Information Technologies, 2023, no.3(64), pp. 182–195.

Available at: [https://marhi.ru/AMIT/2023/3kvart23/PDF/12\\_krasheninnikov.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2023/3kvart23/PDF/12_krasheninnikov.pdf)

DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3-182-195

## Глобальное хранилище семян (Global Seed Vault) на архипелаге Грумант

Афганистан, Вавилон, Грузия, Ливия, Малороссия, Российская Федерация, Сирия, Сомали, Судан, Югославия... Список можно продолжить. У всех этих стран, находящихся в разных частях света, на разных континентах, есть одно общее свойство – на их территории произошли крупные военные конфликты уже в новом, третьем тысячелетии.

Можно долго рассуждать о безысходности мирового бытия, однако человечество устроено так, что войны, большие или малые, происходят с печальной регулярностью. Несмотря на десятки веков существования цивилизации, только в XX в. население планеты задумалось о способах защиты на случай глобальной катастрофы – создании так называемых хранилищ, способных восстановить, по крайней мере, растительный мир Земли.

Все ведущие страны поддерживают и развивают подобные хранилища на своей территории, бережно хранят дубликаты семян важнейших сельскохозяйственных культур. Опыт Скандинавии продемонстрировал, что можно и нужно создавать глобальные международные хранилища мирового уровня, способные сохранять все существующие виды семян. Это не только позволит повысить вероятность сохранения биоразнообразия планеты, но и более полноценно использовать природный потенциал отдельных стран.

Гражданская война в Сирии показала всю важность такого запасного хранения. В результате конфликта, Международный центр по агрокультурным исследованиям в засушливых территориях (ICARDA) не смог более обслуживать свои генобанки, находящиеся в городе Тель Хайда в провинции Алеппо, и, таким образом, не смог использовать нужные ему экземпляры. В 2015 г. ICARDA запросил некоторые экспонаты, хранящиеся в семенохранилище для восстановления утраченных подвидов. В 2017 г. ICARDA вновь обратился в хранилище за новой, более крупной порцией экземпляров. Они были высажены на полях Ближнего Востока и Африки в целях увеличения количества семян. Затем часть их была возвращена в семенохранилище, а часть – добавлена в генобанки Ближнего Востока и Африки для большей сохранности.

Помимо этого, были и другие похожие случаи. Так, хранилище Филиппин было повреждено из-за наводнения и возникшего пожара, а хранилища Афганистана и Вавилона были полностью уничтожены. Кроме того, стало известно, что в 2020 г. племя Чероки стало первым американским племенем, пославшим в хранилище 9 экземпляров своих традиционных агрокультур, сохранившихся с доколумбовой эпохи. Таким образом, само наличие подобного рода хранилищ является очевидной превентивной мерой для защиты биоразнообразия планеты.

Окончание Второй мировой войны, помимо всего прочего, побудило страны-победительницы к разработке и созданию собственных хранилищ семян растений. В 2010 г. в мире функционировало 1 750 генобанков растений, в которых хранилось более 7 миллионов образцов.

Любопытно, что первый в мире банк семян был организован одним из величайших учёных XX в. Николаем Ивановичем Вавиловым, который с 1908 г. кропотливо собирал коллекцию семян культурных растений в ходе многочисленных ботанико-агронимических экспедиций,

охвативших большинство континентов. Коллекция генетических ресурсов растений была создана на базе Всероссийского института растениеводства и изначально находилась в бывшей столице, однако в 1976 г. был организован Кубанский генетический банк семян (в системе Института растениеводства) [9, 10].

Основной задачей Кубанского генетического банка считается поддержание долгосрочного хранения коллекционных видов сельскохозяйственных семян при минимизации влияния на их генетический потенциал и показатели всхожести. Это включает в себя вычисление жизнеспособности семян, обезвоживание до необходимого показателя влажности, кодирование, герметизацию и транспортировку для хранения при температуре от  $-18^{\circ}\text{C}$  до  $+4,5^{\circ}\text{C}$ . В настоящее время Кубанский банк насчитывает свыше 260 000 образцов культурных и дикорастущих растений, разделённых на группы долгосрочного, запасного и краткосрочного хранения. Коллекция длительного хранения является стратегическим фондом России и только пополняется. Остальные коллекции используются для оперативных научных работ, восстановления и пополнения образцов разнообразных культурных растений. Кроме того, в Кубанском филиале находятся дублетные и оперативные коллекции семян многих научных центров бывшего СССР.

Как было выяснено, семена, хранившиеся на Кубани, относительно быстро старели. По этой причине каждые 13–14 лет их приходилось пересевать, дабы обновлять собранные коллекции. Технология пересева достаточно сложна и трудоёмка – в год необходимо пересаживать до 30 000 различных образцов семян.

Именно по этой причине в 1978 г. в шахте Института мерзлотоведения в Якутии появилась первая в мире опытная лаборатория – криохранилище семян, находящееся в многолетней мерзлоте. Изначально туда были помещены 11 000 семян бобовых растений из дублетной коллекции Института растениеводства. Долгосрочное хранение – это минимум четверть века. По истечении данного времени учёными были проверены все важнейшие свойства семян: генетические, посевные и физиологические. Результат проверки показал, что за 25 лет, без использования пересевов сохранность семян достигла 85%. После ряда экспериментов было получено, что наиболее разумно хранить семена при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ . В этом случае их биологические свойства будут максимально сохранены. При температурах ниже  $-13^{\circ}\text{C}$  в молекуле ДНК семян растений начинаются процессы разрушения.

В 2012 г. в Якутии на территории Института мерзлотоведения было открыто криохранилище, предусматривающее долгосрочное хранение наиболее важных, с научной точки зрения, исчезающих и редких образцов семян. Хранилище площадью 110 м<sup>2</sup> находится в вечной мерзлоте на глубине 12 м, где температура стабильна в течение всего года. Для более эффективного хранения семян сотрудниками Института мерзлотоведения была разработана и применена система охлаждения мерзлоты за счёт запаса естественного, природного холода в специально разработанной двухконтурной системе. Благодаря конвекции, при открытии нижних и верхних заслонок температура воздуха опускается до  $-11^{\circ}\text{C}$ . Такая система делает хранилище абсолютно уникальным и единственным в мире энергонезависимым. Соответственно, отсутствует необходимость наличия источника электроэнергии; хранилище является полностью автономным; защищено от различного рода аварий, катаклизмов и катастроф вследствие того, что Якутия обладает наиболее устойчивой вечной мерзлотой и является самым холодным местом Северного полушария. В настоящее время в хранилище находится порядка 13 000 видов семян бобовых, дикоросов, древесных, злаковых и сельскохозяйственных растений. Все новые семена упаковываются в трёхслойный зип-пакет, из которого затем удаляют воздух. На строительство хранилища за 2 года было затрачено 10,6 миллиона рублей.

Millennium Seed Bank – самое большое хранилище семян в мире, находящееся в Великобритании, содержащее коллекцию из 190 стран мира со всех континентов и работающее под патронажем Royal Botanic Gardens. Изначально Seed Bank был открыт в

1980 г. в качестве местного хранилища семян, однако благодаря получению грантов и премий в 2001 г. получил статус международной площадки. В 2000 г. принц Чарльз официально открыл новое здание хранилища, спроектированное компанией Stanton Williams. Лаборатории и офисы находятся в двух боковых крыльях здания, соединённых между собой крытым пространством для посетителей и проведения выставок, позволяющим наблюдать за процессом работы очистки и подготовки семян к хранению. В подземной части хранилища семена хранятся при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . На данный момент хранилище содержит 40 000 различных видов растений и 2,4 миллиарда семян со всего мира, представляя 13% от общего количества всех видов флоры [19, 21].

Любопытно, что после поступления семена разделяются на 2 группы. Первую, более простую группу, составляют семена, для длительного хранения которых достаточно высушивания. Их доставляют в специальную комнату, где при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха 15% они полностью высушиваются в специальных тканевых коробочках. Далее они проходят через рентгеновское излучение в целях выявления потенциальных личинок и плесени. И только после этого помещаются в основное хранилище и содержатся при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Такие семена хранятся в герметичных стеклянных контейнерах с находящимися внутри пакетиками двуоксида кремния, которые меняют цвет в случае попадания влаги. Вторую, более сложную группу, составляют семена, высушивание которых ведёт к их неминуемой гибели и полной невозможности дальнейшего использования. Примером могут служить семена тропических растений. Такие виды подвергаются криоконсервации в окиси азота при температуре  $-196^{\circ}\text{C}$ . Вне зависимости от группы, качество семян проверяется на начальном этапе хранения и затем каждую последующую декаду. Для исследовательских целей при наличии необходимых разрешений хранилище может выдать до 60 семян на общественной основе различным некоммерческим организациям.

Global Seed Vault на архипелаге Груммант – это безопасное место для хранения мирового разнообразия семян. Здесь представлены все дубликаты семян, находящихся в подобных хранилищах по всему миру. Такая мера обеспечивает безопасность всех подвидов на случай различных потерь из-за неправильного менеджмента, инцидентов, ошибок хранения, войн, саботажа, эпидемий и катастроф. Seed Vault управляется согласно тройному договору между норвежским правительством, фондом семян и скандинавским генетическим ресурсным центром (NordGen) [11].

Строительство семенохранилища стоило норвежскому правительству порядка 45 миллиона крон (\$ 8,8 млн.). Все семена хранятся бесплатно. В 1984 г. скандинавский генетический банк (NordGen) начал хранить замороженные семена в заброшенной шахте недалеко от пос. Longyear. В 2001 г. было основано международное сообщество по биогенетическим ресурсам для пищевых и агрокультур (ITPGRFA). Сообщество разработало систему хранения и предоставления особых привилегий для пользователей ресурса. Также оно активно выступало за организацию семенохранилища с привлечением правительств скандинавских стран. В 2004 г. были проведены соответствующие исследования, которые доказали, что Груммант является подходящим местом для длительного хранения. Помимо этого, сообщество разработало официальный юридический документ, позволяющий создание именно международного хранилища.

Семенохранилище было открыто 26.02.2008 г., хотя первые семена прибыли уже в самом начале 2008 г. В честь годовщины открытия, более 90 000 семян были помещены в семенохранилище. Среди новых поступлений были экземпляры 32 вариантов картофеля из Ирландского хранилища и 20 000 новых семян из Американского агрокультурного исследовательского центра. Также привезены экземпляры из Европы, Канады, Колумбии, Мексики и Ближнего Востока. В результате, после годовщины открытия общее количество экспонатов превышало 400 000. Уже на тот момент хранилище содержало экземпляры примерно трети наиболее популярных семян мира. Также в честь годовщины экспертами по производству продуктов питания и экспертами по окружающей среде были организованы соответствующие трехдневные конференции в Longyear. В 2015 г. учёные

начали активно посылать на Грумант семена с Ближнего Востока в связи с усиливавшимся военным конфликтом.

Осенью 2016 г. в семеновранилище произошло нестандартно большое наводнение вследствие глобального потепления и очень обильных осадков. Уже случалось, что вода попадала в 100-метровый входной тоннель весной, но конкретно в 2016 г. было залито 15 м тоннеля, после чего вода замёрзла. При проектировании допускалось попадание небольшого объёма воды внутрь хранилища, поэтому никакого урона коллекции нанесено не было. Однако было признано, что ситуация вышла из-под контроля, что доставило немало переживаний и хлопот скандинавскому генетическому центру NordGen. Во избежание повторения подобной ситуации, а также в целях упрочнения пошатнувшегося положения NordGen, было принято управленческое решение о проведении реконструкции тоннеля. В 2019 г. скандинавское агентство Statsbygg успешно справилось с поставленной задачей, дополнительно установив герметичные стены, проведя дренажные каналы и удалив все без исключения источники тепла.

Интересно, что Грумант был признан идеальной площадкой, так как при наличии вечной мерзлоты тектоническая активность находится на достаточно низком уровне. Для строительства хранилища была выбрана высота в 130 м над уровнем моря, что стратегически важно, поскольку позволяет избежать попадания воды при таянии льдов. В то же время, уголь архипелага можно удачно использовать в качестве топлива для холодильников, охлаждая хранилище до необходимых  $-18^{\circ}\text{C}$ . И даже при выходе холодильного оборудования из строя, в запасе будет порядка полумесяца до достижения температуры отметки в  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Ещё до начала строительства было проведено исследование, целью которого было доказать, что семеновранилище способно содержать в требуемых условиях большинство культур в течение нескольких веков. А некоторые экспонаты потенциально могут храниться и десятки веков.

В Скандинавии все государственные проекты выше определённой стоимости обязаны содержать какое-либо произведение искусства. Поэтому входная группа хранилища содержит уникальную работу, названную «Вечное движение», выполненную скандинавским художником Dyveke Sanne и позволяющую видеть вход издалека. Крыша и вход в хранилище сделаны из нержавеющей стали с высоким коэффициентом отражения, из зеркал и призм. Инсталляция в верхней части входной группы в летнее время изображает северное сияние, а в зимние месяцы цепочка из 200 оптоволоконных нитей воспроизводит приглушённое зеленовато-бирюзовое и белое свечение.

Миссия семеновранилища – обеспечить сохранность всего биоразнообразия семян на случай каких-либо потерь в других хранилищах. Особую важность оно приобретало, если оригинальный экземпляр терялся по причине неправильного менеджмента, различных инцидентов, ошибок хранения или катастрофы. Таким образом, хранилище на Груманте обеспечивает дополнительную безопасность всего разнообразия семян для 1 750 различных хранилищ и складов по всему миру.

Скандинавские законы запрещают хранение генетически изменённых семян в хранилище. Находящийся рядом мировой арктический архив предоставляет подобную функцию хранения для данных, записанных в виде кодов на катушечные бобины. Утверждается, что при правильном хранении катушки могут храниться без ущерба в течение 10 веков [17].

Как уже говорилось, управление семеновранилищем происходит согласно тройному договору между норвежским правительством, фондом семян и скандинавским генетическим ресурсным центром (NordGen). При этом владельцем семеновранилища является Королевство Норвегия. Фонд семян отвечает за все поступления и занимается финансовой поддержкой вкладчиков при транспортировке экспонатов. NordGen отвечает за повседневное обслуживание семеновранилища.

Экземпляры семян хранилища являются копиями экспонатов, хранящихся в мировых генобанках. Исследователи, фермеры и любые другие заинтересованные лица не могут пройти внутрь семеновранилища. Чтобы получить образцы семян, вместо этого им необходимо запросить конкретный подвид из соответствующего оригинального генобанка. Экземпляры, хранящиеся в локальных генобанках, как правило, находятся в условно открытом доступе согласно договору по биогенетическим ресурсам для пищевых и агрокультур, подписанному 148 странами.

Семеновранилище по своей работе напоминает банковскую ячейку, собственником содержимого которой является вкладчик, а самого здания – банк. Идентично, собственниками присланных экземпляров являются генобанки, а самого хранилища – скандинавское правительство. Крайне важно, что какое-либо перемещение геноресурсов отсутствует как таковое, речь идёт лишь о хранении, которое имеет официальное название «чёрный ящик». Генобанк-вкладчик заключает договор с центром NordGen, действующим по поручению Скандинавии, в котором указано, что исключительное право собственности целиком и полностью остаётся за вкладчиком, к тому же единственным, обладающим возможностью доступа к самим материалам. Никто не имеет право доступа к не своим экземплярам. База данных хранилища также обслуживается NordGen.

Все семена хранятся в запечатанных трёхслойных пакетах из фольги в пластиковых грузовых контейнерах на металлических полках. Количество семян в каждом пакете зависит от их размера, в среднем — примерно 500 экземпляров. Низкая температура и контроль количества кислорода гарантирует низкую метаболическую активность и увеличение срока жизни семян. К каждому ящику присоединена наноплёнка с полной информацией по хранящемуся подвиду. Хранилище способно одновременно содержать 4,5 млн. семян. На данный момент общее количество экземпляров составляет порядка 1,3 млн.

Фонд семян, официально называющийся Всемирный фонд биоразнообразия семян, играет ключевую роль в планировании семеновранилища и координации поставок экспонатов совместно со скандинавским генетическим ресурсным центром. Фонд семян обеспечивает большую часть ежегодных финансовых операций и включает в себя фонд пожертвований, в то время как норвежское правительство финансирует само хранилище. С помощью своих вкладчиков Фонд семян помогает некоторым генобанкам в развивающихся странах, а также международным агрокультурным исследовательским центрам осуществлять доставку семян в семеновранилище.

### **Гипотеза создания хранилища генофонда человечества**

Итак, только в XX веке население планеты задумалось о способах защиты генофонда на случай глобальной катастрофы – создании хранилищ, способных восстановить растительный мир Земли. Технологии нового, XXI века могут позволить нечто большее.

Все больше людей уходят из этой жизни, не оставляя никаких физических следов и остатков своего тела: идёт кремация. Это приводит к необратимым потерям генетического материала, который мог бы стать очень важным материалом исследований для будущих поколений, а возможность оставить о себе генетический след может показаться очень привлекательным для людей нашего времени. Таким образом, складываются предпосылки для устройства хранилищ биологического материала (всего несколько граммов крови или другой жидкости, а для желающих и репродукционного материала).

Местом размещения хранилища должна быть территория в холодной зоне – где-то за полярным кругом или в Якутии, и у России есть много территорий, которые могли бы стать хорошей базой для такого рода хранилищ. Удаленные территории смогут пережить катастрофы и бедствия и пройти через несколько веков.

Ниже приведена сравнительная таблица 1 возможных мест для размещения подобного рода хранилища: Кубань (на базе Кубанского генетического банка), Якутия (на базе криохранилища), Грумант (пос. Баренцбург), земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова и о. Врангеля.

Таблица 1. Места возможного размещения хранилищ генофонда человечества

	вечная мерзлота/температура	Инфраструктура	Тектоническая активность	высота над уровнем моря	источник энергии для холодильников	Международный статус
Кубань	Нет, +13°C	пос. Ботаника, 998 чел.	8 баллов	88 м	газ	нет
Якутия	Есть, -8°C	г. Якутск, 390 000 чел.	8 баллов	83 м	не треб.	нет
Грумант	Есть, -4°C	пос. Баренцбург, 455 чел.	4.2–4.5 балла	179 м	уголь	есть, Скандинавия
Земля Франца-Иосифа	Есть, -10°C	база Арктический Трилистник, 150 чел.	4.2–4.5 балла	18 м	дизель	нет
Новая Земля	Есть, -5°C	пос. Белушья Губа, 1 972 чел.	4.6–4.9 балла	7 м	дизель	нет
Северная Земля	Есть, -14°C	нет	4.2–4.5 балла	965 м	не треб.	нет
Новосибирские острова	Есть, -13°C	база Северный Клевер, 250 чел.	6 баллов	180 м	дизель	нет
о. Врангеля	Есть, -8°C	база Полярная Звезда, 200 чел.	3.8–4.1 балла	548 м	дизель	нет

Цель хранилища генофонда человечества – сохранение генетического разнообразия Земли от воздействия глобальных катастроф в виде войн, изменения климата и других катаклизмов.

Согласно таблице, из приведённых возможных мест наименее подходящим видится Кубань по причине отсутствия там вечной мерзлоты и слишком высокой среднегодовой температуры. Как результат, семена, хранящиеся на Кубани, относительно быстро стареют. Кроме того, регион относится к зоне 8-балльной сейсмичности.

По этой же причине, использование для данной цели уже существующего криохранилища, территориально находящегося в г. Якутск, его расширение и доработка, несмотря на наличие очень хорошей инфраструктуры, является неразумным решением. Далее, не очень подходящим возможным местом кажется Северная Земля вследствие отсутствия там какой-либо инфраструктуры и исключительно сурового климата.

Из оставшихся мест, на первый взгляд, в целом подходящих для размещения хранилища, стоит убрать Новосибирские острова, опять же, по причине повышенной сейсмической активности. Таким образом, Грумант (пос. Баренцбург), земля Франца-Иосифа, Новая Земля и о. Врангеля вполне могут подойти в качестве места для хранилища генофонда.

Генетическая информация представляет собой бесценный ресурс для исследований и для специалистов по геномной инженерии, то есть у продукта есть три потенциальных рынка: люди, которые хотят сохранить память о себе; исследователи, которые занимаются антропологией и биомедициной; различные государства со стратегическими интересами национальной безопасности.

Оставить свой генетический след для будущих поколений возможно в виде биоматериала, дополненного цифровой информацией. Индустрия включает пункты приема и оформления, расположенные в различных странах, логистику, научно-исследовательский центр, правовое сопровождение, институты страхования, производственные мощности, организацию складирования и защиты в зоне хранения.

В тоже время, если говорить о международном проекте, то более подходящей была бы территория с нейтральным статусом, которым, из всех вышеперечисленных мест, обладает только архипелаг Грумант. Более того, это также единственное место, где в качестве источника энергии для холодильников может использоваться уголь – в пос. Баренцбург находится действующая шахта, в которой ежегодно добывается по 40 000 т угля. Global Seed Vault, находящийся в норвежском посёлке Longyear, уже показал реалистичность данной модели (рис. 1).



Рис. 1. Поселок Баренцбург, вид с моря

Как будет выглядеть хранилище: несколько залов длиной около 30 м, шириной – порядка 10 м, высотой – 6 м. Вся площадка расположена под землёй, что изначально обеспечивает среднегодовую температуру внутренней среды от  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ . В хранилище находятся холодильники, позволяющие дополнительно понизить температуру до необходимых  $-18^{\circ}\text{C}$ . Внутри каждого отдельного зала расположены ряды стеллажей с коробками. Каждая запломбированная коробка содержит замороженные образцы, помещённые в трёхслойные фольгированные пакеты. Они пронумерованы и маркированы именами вкладчиков, а также их положением на полке.

Каждый зал может вместить около 1,5 миллионов донорских порций, в каждой коробке содержится до 400 пакетов с образцами, разделенными на 3 части: одна из частей остается неизменной и хранится вечно, вторая передается по наследству, третья принадлежит государственной корпорации и может быть предметом исследований, но не модификаций.



## Градостроительная концепция<sup>2</sup>

Концепция развития посёлка Баренцбург на архипелаге Грумант с хранилищем генофонда предполагает развитую градостроительную программу, содержащую четыре направления (рис. 2).



Рис. 1. Программа развития посёлка Баренцбург [7]

Пространственное решение предусматривает выделение следующих функциональных зон и направлений развития территории: жилая зона (расположенная на севере посёлка); административно-деловая зона (средняя часть посёлка); портовая зона; промышленная зона (расположенная на юге) и рекреационная зона. В качестве основного «хребта»

<sup>2</sup> Молчанов С., научн. рук. Крашенинников А.В. «Градостроительное развитие пос. Баренцбург на архипелаге Грумант». Выпускная квалификационная работа на соискание квалификации магистра по направлению подготовки 07.04.04 – Градостроительство. МАРХИ, 2023.

посёлка предполагается использовать ул. Ивана Старостина, которая проходит по третьему, верхнему уровню. Портовая зона логично расположена вдоль береговой части посёлка, остальные зоны имеют чёткое деление по азимуту при движении с юга на север, а именно: промышленная, административно-деловая и жилая-рекреационная зона.

Градостроительное зонирование учитывает ландшафтные особенности местности. Так, нижняя (прибрежная) терраса будет отдана под портовую зону, средняя терраса займёт промышленную и административно-деловую зоны, а верхняя – целиком уйдёт под жилую и рекреационные зоны (рис. 3).

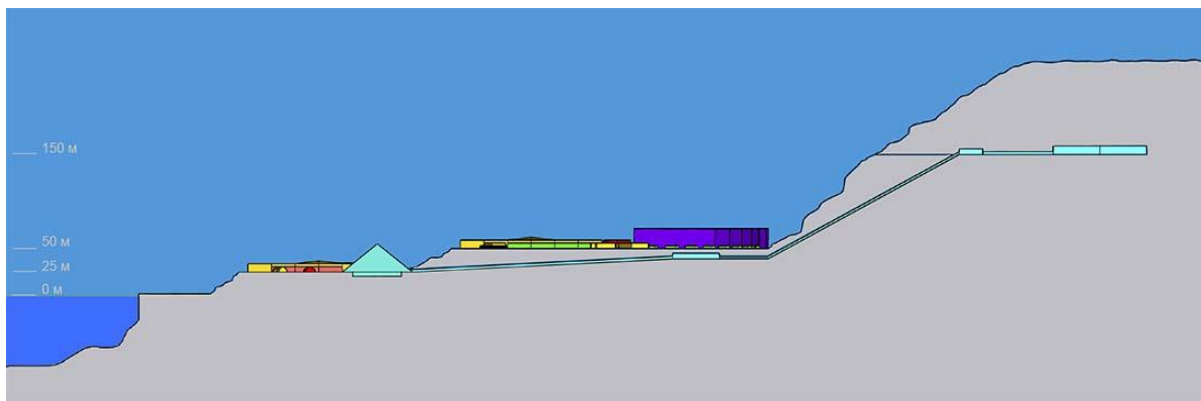


Рис. 2. Разрез по территории посёлка от воды до гор с указанием места основного хранилища и пирамиды

Запланирована полная реновация всей портовой зоны посёлка, включая фарватер. Сюда входит создание большого причала, расположенного вдоль моря и способного принимать атомные ледоколы, океанические грузовые и круизные лайнеры, суда любой тоннажности. Этап также включает строительство базы МЧС с пожарным депо на верхней террасе в южной части с непосредственным доступом на главную артерию посёлка.

На втором этапе планируется строительство основных сооружений хранилища. Вход в проектируемый комплекс можно разместить в самом центре посёлка на средней террасе. Входная группа будет решена в форме пирамиды, символически соединяя египетские пирамиды с футуристическими проектами советских архитекторов. Кроме того, пирамида высотой более 20 м будет являться ориентиром на силуэте посёлка и хорошо просматриваться с моря. На востоке от входной группы в толще горы будут сооружены дополнительные два блока хранилища, связанные между собой и с входной группой подземным тоннелем. Отдельные тоннели свяжут группу и все три блока с центром хранилища данных, расположенным отдельно севернее.

В административно-деловой части посёлка, на средней террасе, будет построено новое здание научного центра. Западнее, на первой террасе, располагаясь по порядку с севера на юг, будут: участок пассажирского терминала; здание порта и логистический центр. Ещё южнее, на первой террасе, будет создана складская и дистрибутивная зона, а к востоку от неё, на второй террасе, контейнерный терминал. Терминал по перевалке угля будет значительно сокращен и перенесён южнее, за территорию административной зоны.

В южной части посёлка, на второй террасе рядом с ТЭЦ, будет сооружён биологический комплекс в сочетании с теплицами таким образом, чтобы остаточное тепло, как и электроэнергия в ночное время, могли быть использованы для этих теплиц. Также второй этап включает в себя строительство завода по переработке и утилизации мусора, он будет размещён на том же уровне. В целях защиты морской флоры и фауны от случайного мусора и талой воды в весенний и летний периоды запланировано сооружение канала на расстоянии 50 м от кромки берега вдоль всей территории посёлка.

Развитие на верхней террасе жилого комплекса (ЖК) предполагает также строительство детского комплекса и нового здания школы. ЖК будет предназначен как для постоянных жителей, так и для сезонных гостей: в первую очередь, для работников науки, врачей и учителей, проживающих с семьями.

Все здания строятся по модульной полигональной системе на высоте 1 м от поверхности земли (согласно идее Edwin Alexander Gardner), дабы избежать отложения снега у стен и передачи тепла от зданий в грунт; с учётом направления пурги (по предложению Кирилла Дмитриевича Халтурина); наклон внешних стен модуля обеспечит защиту от отложений снега, принимая во внимание розу ветров для сохранения тепла; внутренние дворики закрыты раздвижным прозрачным куполом, позволяющим полноценно использовать двор при любых погодных условиях; все помещения связаны тёплыми переходами (согласно идее Николая Сергеевича Кузьмина).

Для защиты поселения от преобладающего по направлению ветра планируется строительство ветрозащитной стены (ВзС) по идее, впервые предложенной Витольдом Станиславовичем Непокойчицким и реализованной в Канаде и Скандинавии по проекту британского архитектора Ralph Erskine. Стена в плане будет представлять собой дугу с небольшим углом поворота. Внутрь ВзС возможно встроить ветрогенераторы, а у подножия, вдоль внутренней стороны стены – оранжереи и теплицы и, возможно, высадить живые растения в открытом грунте. Дополнительное тепло будет получено от охлаждения серверов центра хранилища данных. Севернее стены возможно строительство отдельно стоящих индивидуальных домов для жителей посёлка, проживающих на архипелаге с семьями [4, 18].

На третьем этапе запланировано строительство образовательного центра, который разместится за стенами научного блока, образовав с ним единое целое; к старому зданию больницы будет пристроено новое; на второй террасе расположится дополнительный жилой комплекс (ЖК). Там же будет построен закрытый от непогоды досуговый комплекс (ДК) и открытые площадки для проведения событий на открытом воздухе – общественное пространство, центр посёлка, которое будет ограничено часовней, двумя ЖК, детским комплексом, ДК и входной группой в хранилище (рис. 4).

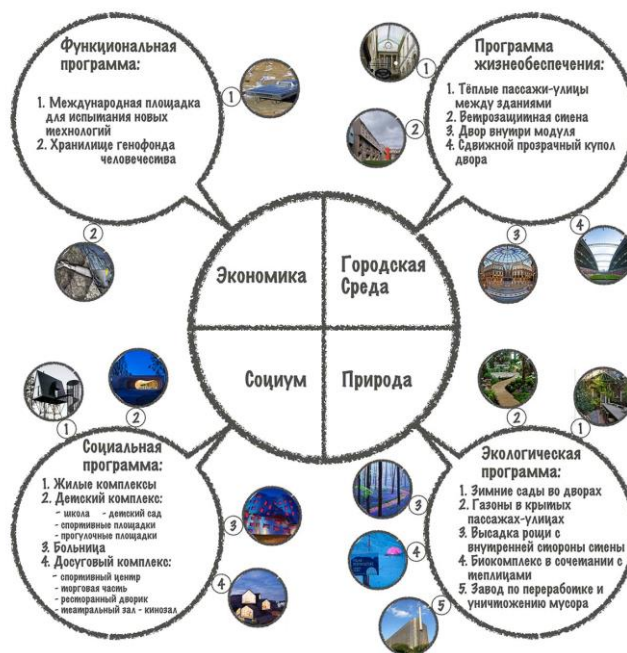


Рис. 3. Существующее положение и перспективное функциональное зонирование территории посёлка Баренцбург (предложение авторов)

## Заключение и выводы

Горные выработки Груманта являются исключительно удобной площадкой как с точки зрения поддержания низкой температуры, так и с точки зрения создания международного консорциума. Из всех рассмотренных возможных мест, именно этот архипелаг лучше всего подходит в качестве базы для хранилища генофонда по причине наличия вечной мерзлоты, низкой тектонической активности, возможности использования местного угля в качестве топлива и наличия международного статуса острова. Более того, в пос. Баренцбург существуют все необходимые условия для осуществления старта проекта.

Технологии XXI века дают реальную возможность создания хранилища генофонда человечества, которое само по себе является абсолютно уникальным инновационным предложением. Идеальным местом для такого хранилища будут удалённые арктические территории, имеющие международный статус, коим обладает архипелаг Грумант. Создание международного хранилища генофонда способно стать действительным драйвером развития пос. Баренцбург, что является важной национальной задачей.

## Источник иллюстраций

Рис. 1. Фото сделано International Project & Expedition VICAAR.

Рис. 2–4. Рисунки выполнены авторами.

## Список источников

1. Андреева Н.В. Результаты сеймотектонических исследований архипелага Новая Земля / в сборнике: Геотектоника и геодинамика сейсмоактивных районов / Материалы всероссийской научной конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения Е.А. Рогожина (1947-2021) и 115-летию со дня рождения В.В. Белоусова (1907–1990). Москва, 2022. С. 21–30.
2. Баранов С.В. Сейсмичность района архипелага Грумант в 2016, 2017 гг. / С.В. Баранов, В.Э. Асминг, А.Н. Виноградов, А.В. Фёдоров // Вестник Кольского Научного Центра РАН. 2018. №3.
3. Гроздев А.В. Анализ сейсмогеодинамического состояния геологической среды Краснодарского края. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2021.
4. Дзюбенко Н.И., Вишнякова М.А., Вавилов и ВИР (к 120-летию Николая Ивановича Вавилова) // Сельскохозяйственные вести. 2007. №2. С. 42–43.
5. Дунаева С.Е. Сохранение генофонда растений, вегетативно размножаемых в условиях *in vitro*, во Всероссийском Институте Растениеводства им. Н.И. Вавилова / С.Е. Дунаева, Э.В. Трускинов, О.Ю. Антонова, Ю.С. Оследкин, Г.И. Пендинен, С.Ю. Орлова, А.В. Павлов, З.Х. Панова, Ю.В. Лупышева, Н.А. Швачко, Т.А. Гавриленко // Цитология. 2004. Т. 46. №9. С. 789–790.
6. Конечная Я.В. Анализ сейсмичности в районе архипелага Земля Франца-Иосифа // Вестн. Сев. (Аркт.) фед. ун-та. Сер. Естест. Науки. 2013. №1. С. 10–13.
7. Крашенинников А.В. Программа развития градостроительного комплекса. Москва: МАРХИ, 2017.
8. Молчанов С.В. Градостроительное Развитие пос. БаренцБург на архипелаге Грумант: ВКР на соискание квалификации магистра по направлению подготовки 07.04.04. Градостроительство. Научн. рук. Крашенинников А.В. Москва: МАРХИ, 2023.

9. Петров О.В. Тектоническая карта Арктики / О.В. Петров, М. Пубелье. Санкт-Петербург, 2019.
10. Шибяев С.В. Сейсмический риск на территории г. Якутска / С.В. Шибяев, А.Ф. Петров, Б.М. Козьмин, Л.П. Имаева, К.В. Тимиршин // Наука и образование. 2010. №2.
11. Kershengolts B.M., Remigailo P.A., Khlebnyi E.S., A seedbank in the permafrost // Science 1<sup>st</sup> hand. 2012. №3(33). P. 6–9.

## References

1. Andreeva N.V. *Rezultaty seysmotektonicheskikh issledovaniy arhipelaga Novaya Zemlya* [The results of seismic & tectonic research of Novaya Zemlya archipelago. The compilation: Geotectonic & geodynamic of active seismic regions. Materials of Russian scientific conference dedicated to the 75<sup>th</sup> anniversary of E.A. Rogozhin (1947–2021) & 115<sup>th</sup> anniversary of V.V. Belousov (1907–1990)]. Moscow, 2022, pp. 21–30.
2. Baranov S.V., Asming V.E., Vinogradov A.N., Fedorov A.V. *Sesmichnost rayona arhipelaga Grumant v 2016, 2017* [Seismicity of Spitsbergen area in 2016, 2017]. Cola Scientific Centre Messenger RSA, 2018, no.3.
3. Grozdev A.V. *Analiz seysmogeodinamicheskogosostoyaniya geologicheskoy sredyKrasnodarskogo Kraya* [Seismic analysis of geologic environment in Krasnodar Region]. Krasnodar, Kuban State University, 2021.
4. Dzubenko N.I., Vishnyakova M.A. *Vavilov & VIR (k 120-letiyu Nikolaya Ivanovicha Vavilova)* [Vavilov & RSI (dedicated to the 120<sup>th</sup> anniversary of Nikolay I. Vavilov)]. Agricultural news, 2007, no. 2, pp. 42–43.
5. Dunaeva S.E., Truskinov E.V., Antonova O.Y., Osledkin Y.S., Pendinen G.I., Orlova S.Y., Pavlov A.V., Panova Z.K., Lupysheva J.V., Shvachko N.A., Gavrilenko T.A. *Sohraneniye genofonda rasteniy, vegetativno razmnozhaemyh v usloviyah in vitro, vo Vserossiyskom Institute Rastenievodstva im. N.I. Vavilovs. Tsitologiya* [Seed genebank conservation, vegetatively duplicated in vitro in Russian Seed Institute named after N.I. Vavilov. Cytology]. Sel'skhozjajstvennye vesti, 2004, vol. 46, no. 9, pp. 789–790.
6. Konechnaya Y.V. *Analiz seismichnosti v rayon arhipelago Zemlya Frantsa-Iosifa* [Seismic analysis around Franz Josef Land]. Bulletin of the Northern (Arctic) federation. university. Series Natural Sciences, 2013, no.1, pp. 10–13.
7. Krashennnikov A.V. *Programma razvitija gradostroitel'nogo kompleksa* [Development program for the urban development complex]. Moscow, MARKHI, 2017.
8. Molchanov S.V. *Gradostroitel'noe razvitie pos. Barentsburg na arhipelage Grumant* [Urban planning development of Barentsburg city on Spitsbergen archipelago. Master diploma 07.04.04 – Urban planning. Scientific advisor Krashennnikov A.V.]. Moscow, MARKHI, 2023.
9. Petrov O.V., Pubellier M. *Tektonicheskaya karta Arktiki* [Arctic tectonic map]. St. Petersburg, 2019.
10. Shibaev S.V., Petrov A.F., Kozmin B.M., Имаева L.P., Timirshin C.V. *Seismicheskiy risk na territory g. Yakutsk* [Seismicity risk in Yakutsk]. Science & Education, 2010, no. 2.
11. Kershengolts B.M., Remigailo P.A., Khlebnyi E.S. A seedbank in the permafrost. Science 1<sup>st</sup> hand, 2012, no.3(33), pp. 6–9.

**ОБ АВТОРАХ****Крашенинников Алексей Валентинович**

Член-корреспондент РААСН, доктор архитектуры, профессор кафедры  
«Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия),  
Москва, Россия  
[ud-marhi@mail.ru](mailto:ud-marhi@mail.ru)

**Молчанов Сергей Валентинович**

Магистр градостроительства, Московский архитектурный институт (государственная  
академия), Москва, Россия  
[svmolch@ya.ru](mailto:svmolch@ya.ru)

**ABOUT THE AUTHORS****Krasheninnikov Alexey V.**

Corresponding Member of RAASN, Doctor of Architecture, Professor of the Department of  
Urban Planning, Moscow Architectural Institute (State Academe), Moscow, Russia  
[ud-marhi@mail.ru](mailto:ud-marhi@mail.ru)

**Molchanov Sergey V.**

Master of Urban Planning, Moscow Architectural Institute (State Academe), Moscow, Russia  
[svmolch@ya.ru](mailto:svmolch@ya.ru)