

На правах рукописи

**Лысенко Сергей Сергеевич**

**Разработка организационно-технологических решений  
обустройства строительных площадок с учетом  
региональной специфики**

Специальность 05.23.08

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени к.т.н.

**Москва - 2004**

**На правах рукописи**

**Лысенко Сергей Сергеевич**

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ОБУСТРОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК С УЧЕТОМ  
РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ**

**Специальность 05.23.08 - технология и организация строительства**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Москва - 2004**

Работа выполнена в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте организации, механизации и технической помощи строительству (ЗАО ЦНИИОМТП)

Научный руководитель:

доктор технических наук

Гинзбург А.В.

Официальные оппоненты: -

доктор технических наук

Новицкий Н.В.

кандидат технических наук

Позднышев А.В.

Ведущая организация: ЗАО НПП "Стройпроектсервис"

Защита состоится **18** марта 2004 года в **10.30** часов в аудитории **462** на заседании диссертационного совета Д 303.012.01 в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте организации, механизации и технической помощи строительству по адресу: 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-методическом фонде ЗАО ЦНИИОМТП.

Автореферат разослан **10** февраля 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор

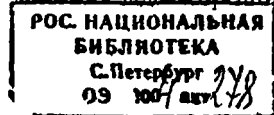
Чулков В.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Научно-технический прогресс и рыночная экономика значительно повысили требования к эффективности технологического проектирования строительного производства в различных природно-климатических и геолого-географических условиях, в том числе и проектных разработок организационно-технологических решений по инженерной подготовке территории строительных площадок промышленных предприятий в условиях обводненной местности на слабонесущих грунтах. Строительство объектов в условиях крайнего севера зачастую приходится осуществлять на подрабатываемых территориях, просадочных или набухающих грунтах, в оползневых районах, на болотистых заторфованных отложениях, пльвунах и других разновидностях неустойчивых и слабых грунтов.

Процесс сооружения промышленных объектов зависит от многих факторов, действия которых проявляются при организации и технологии строительного производства. К этим факторам следует отнести: технологичность проектных решений ( малооперационность технологии; снижение уровня тяжелых работ, выполняемых вручную; индустриальность решений); обеспечение комплексной документации в сроки, позволяющие разработать и решить все вопросы инженерной подготовки строительства (проект производства работ, размещение заказов и заявок и т.д.); высокая заводская готовность конструкций, деталей, изделий, сокращающая объемы работ, выполняемых на площадке; ритмичная и комплектная поставка всех необходимых ресурсов; интенсивное использование современных высокопроизводительных машин и оборудования; непрерывное повышение квалификации рабочих и инженерных кадров; рациональное совмещение профессий; всестороннее использование организационных и технических средств научной организации труда. Разработка методов анализа организационных и технологических показателей строительного производства с учетом указанных факторов позволит повысить организационно-технологическую надежность сооружения объектов в заданные сроки с использованием определенного количества ресурсов.

Постоянное усложнение техники и технологии строительного производства, а также связанное с ним усложнение процесса организации строительства, делают выбор эффективного решения чрезвычайно трудным. Выход из этого положения при решении многих задач организации и



технологии строительного производства состоит в применении математических методов и вычислительной техники. Внедрение современных информационно-вычислительных технологий при сооружении промышленных объектов обуславливает разработку методов оценки организационных и технологических показателей на всех этапах строительства.

С целью дальнейшего совершенствования организационных и технологических процессов строительства промышленных предприятий в сложных природно-климатических условиях необходимо определить не только комплекс подготовительных мероприятий для выполнения строительного-монтажных работ (СМР), но и обеспечить возможность принятия альтернативных решений в зависимости от материально-ресурсного оснащения строительной организации. Наиболее трудоемкими и сложными работами подготовительного периода для всех промышленных объектов является обустройство строительных площадок (СП).

Повышение организационно-технологической надежности строительства требует разработки систем отслеживания динамики технологических параметров по инженерной подготовке территории на всех этапах строительного производства. Анализ практики строительства объектов на слабонесущих грунтах показал, что достаточно ответственным является технологический процесс обустройства складской зоны возводимого промышленного предприятия, включающей объекты приема, разгрузки и транспортировки сырья и готовой продукции.

В связи с этим возникла необходимость в проведении специальных исследований, направленных на изучение организационно-технологических решений по возведению СП, в частности, с использованием синтетических материалов (СМ) при возведении и армировании насыпей, с целью повышения темпов, сокращения стоимости и продолжительности выполнения строительного-монтажных работ. Решение этих задач возможно лишь на основе реализации современных информационно-вычислительных технологий с учетом региональной специфики строительного производства, чем определяется актуальность темы исследования.

Актуальность выполненных исследований связана с реализацией задач по прогнозированию параметров организационно-технологических процессов производства строительных работ при обустройстве строительных площадок в сложных природно-климатических условиях. Разработанные методики и

алгоритмы позволяют эффективно управлять строительными работами и совершенствовать для этого нормативную базу.

**Цель диссертационной работы** - разработка моделей и алгоритмов проектирования организационно-технологических решений обустройства строительных площадок с учетом региональной специфики на основе использования синтетических материалов в технологических процессах строительного производства.

**Задачи исследования:**

- анализ организационно-технологических принципов строительного производства при инженерной подготовке территории строительных площадок на слабонесущих грунтах;
- исследование ограничений, методов и показателей организации и технологии выполнения работ при сооружении СП различных типов на слабонесущих грунтах;
- исследование организации строительного производства и разработка методов количественного анализа технико-экономических показателей возведения СП с использованием в основании синтетических материалов;
- разработка методов и средств оценки надежности СП с учетом физико-механических свойств укрепленных грунтов и деформационно-прочностных характеристик синтетических материалов;
- разработка информационно-расчетного обеспечения в системе организационно-технологического проектирования строительных работ с комплексным использованием укрепленных грунтов и синтетических материалов с учетом региональной специфики;
- подготовка практических рекомендаций по применению результатов исследований при обустройстве строительных площадок в процессе строительства промышленных предприятий.

Объект исследования: организация и технология производства строительного-монтажных работ на слабонесущих грунтах.

**Предмет исследования:** методология анализа и реализации показателей производства строительного-монтажных работ при сооружении СП на слабонесущих грунтах с использованием синтетических материалов.

**Методологические и теоретические основы исследования** базируются на работах отечественных и зарубежных ученых в области системотехники строительства, методов теории прочности, вероятностно-статистического анализа, экспертного логического анализа, информационно-вычислительных

технологий, обобщении исследований в области технологии и организации строительного производства. Методологическая схема исследования приведена на рис. 1.

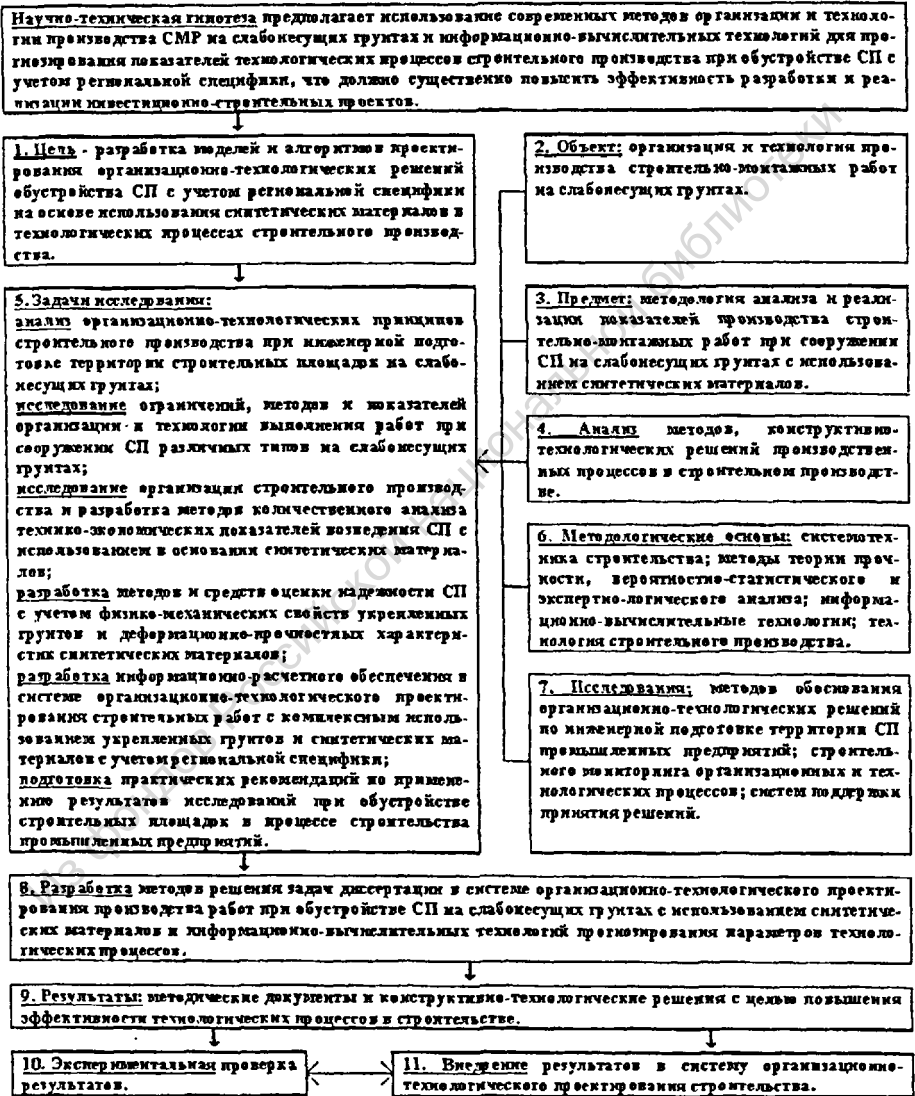


Рис. 1. Методологическая схема исследования

**Научно-техническая гипотеза** предполагает использование современных методов организации и технологии производства СМР на слабонесущих грунтах и информационно-вычислительных технологий для прогнозирования показателей технологических процессов строительного производства при обустройстве СП с учетом региональной специфики, что должно существенно повысить эффективность разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов.

**Научная новизна** результатов исследования:

- разработаны методы проектирования технологических процессов строительного производства при обустройстве СП промышленных предприятий на слабонесущих грунтах, обеспечивающие системотехническую увязку функциональных подсистем и информационно-аналитических задач организационно-технологического проектирования строительства;
- разработаны методы прогнозирования параметров технологических процессов и конструктивных решений использования укрепленных грунтов и синтетических материалов, позволяющие осуществлять многовариантное моделирование технико-экономических показателей выполнения строительно-монтажных работ при обустройстве СП промышленных предприятий на слабонесущих грунтах;
- предложена структура информационно-расчетного обеспечения в системе организационно-технологического проектирования строительных работ на слабонесущих грунтах для повышения эффективности применения материально-технических ресурсов при выполнении строительно-монтажных работ на промышленных объектах с комплексным использованием укрепленных грунтов и синтетических материалов.

**На защиту выносятся:**

- результаты анализа проектирования технологических процессов строительного производства при обустройстве СП промышленных предприятий в сложных природно-климатических условиях, позволившие выработать научную гипотезу и методические рекомендации по совершенствованию технологических процессов строительного производства на основе использования укрепленных грунтов и синтетических материалов;
- организационно-технологическое проектирование строительных работ на слабонесущих грунтах и методы оценки производства строительно-монтажных работ при обустройстве СП промышленных предприятий с учетом региональной специфики;



структура информационно-расчетного обеспечения в системе организационно-технологического проектирования строительных работ.

**Практическая значимость и внедрение результатов исследования.**

Совокупность полученных результатов дает методику технологического проектирования выполнения строительных работ в сложных природно-климатических условиях, а разработанные информационно-расчетные технологии позволяют анализировать параметры технологических процессов инженерной подготовки территории строительных площадок промышленных предприятий в условиях обводненной местности на слабонесущих грунтах с учетом полученных в работе подходов оценки эффективности выполнения строительно-монтажных работ.

В процессе работы было выполнено опытно-промышленное внедрение результатов технологического проектирования строительно-монтажных работ с использованием укрепленных грунтов и синтетических материалов производственным предприятием "Промспецтехнология" (ООО "Промспецтехнология").

Результаты работы использовались в лекционных курсах "Искусственный интеллект" и "Экологический мониторинг" Университета методологии знания (УМЗ), входят в используемые опубликованные методические разработки и указания по этим курсам. Материалы диссертации могут оказаться полезными при формировании учебного и реального программного обеспечения в указанной области.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: секции "Строительство" Российской инженерной академии (г. Москва, 2002); Московском городском семинаре "Системология и системотехника комплексной обработки данных и документации" (г. Москва, 2003); 2-ой международной научно-технической конференции "Новоселовские чтения" (г. Уфа, 2004); международной научно-практической конференции "Строительство - 2004" (г. Ростов-на-Дону, 2004); всероссийской научно-практической конференции "Рациональное природопользование: ресурсо- и энергосберегающие технологии и их метрологическое обеспечение" (г. Москва, 2004), научных семинарах секции "Организация строительства и автоматизированного проектирования" ЗАО ЦНИИОМТП и других учебных и практических проектных организаций отрасли строительства РФ.

**Публикации.** По материалам диссертационного исследования опубликовано в 2002-2004 гг. четыре печатных научных работы общим объемом 1,2 п.л.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы из 124 наименований и приложения. Содержание работы изложено на 142 страницах и иллюстрировано 26 рисунками и 10 таблицами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена ее цель и задачи исследования, приведены основные научные результаты, выносимые на защиту, указана научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе выполнен анализ методов организации и технологии обустройства строительных площадок (СП), как части подготовительных работ при сооружении объектов различного назначения с учетом региональной специфики на слабонесущих обводненных грунтах. При этом проанализированы: особенности разработки организационно-технологических решений по инженерной подготовке территории строительной площадки; рациональные решения по инженерной подготовке территорий при сооружении промышленных объектов различного назначения; организационные и технологические принципы обустройства строительных площадок с учетом региональной специфики; методология проектирования организации сооружения строительных площадок для складирования материалов и конструкций.

Научные основы строительства объектов в сложных инженерно-геологических условиях были заложены в трудах отечественных (Афанасьев А.А., Белецкий Б.Ф., Большаков В.А., Данилов Н.Н., Дикман Л.Г., Копылов В.Д., Луцкой С.Я., Олейник П.П., Терентьев О.М., Цай Т.Н., Швецов П.И. и др.) и зарубежных (Куперуайт С.Л., Маршалл Р.Г. и др.) ученых. Установлено, что правильная и своевременная подготовка строительного производства, в которую входит сооружение СП, является одним из решающих факторов выполнения работ основного периода строительства. Совершенствование работ по обустройству СП сократит продолжительность их выполнения, что, в

конечном счете, уменьшит продолжительность сооружения и себестоимость строительства всего объекта в целом.

В настоящее время строительство промышленных объектов в условиях обводненной местности осуществляется, как правило, в зимний период при наличии отрицательных температур воздуха и соответствующей глубине промерзания заболоченных участков, при которой обеспечивается беспрепятственный проход транспортных средств и строительной техники. Установлено, что существенное удлинение строительного сезона на слабонесущих грунтах можно получить путем увеличения несущей способности грунтового массива и улучшения эксплуатационных характеристик СП.

Выполнение подготовительных работ на слабонесущих грунтах с учетом региональной специфики требует дифференцированного подхода к принимаемым техническим и технологическим решениям в зависимости от инженерно-геологических и природно-климатических условий района производства строительно-монтажных работ (СМР). Поэтому проблему возведения СП необходимо решать путем поиска эффективных способов повышения несущей способности грунтового основания и применения рациональных конструктивных решений СП в каждом конкретном случае. Классификация технологических особенностей обустройства СП при строительстве промышленных объектов в сложных природно-климатических условиях приведена на рис. 2.

На основе анализа современного состояния исследований в области методологии использования укрепленных грунтов и синтетических материалов при обустройстве СП можно обозначить следующие направления совершенствования существующих технологических процессов: поиск дешевых и недефицитных вяжущих материалов, обеспечивающих заданные свойства укрепленных грунтов - к материалам разных конструкций предъявляются различные требования по прочности, водо- и морозостойкости и т.д., зачастую весьма умеренные, в этих случаях применение дорогостоящих закрепителей не оправдано; использование вторичных ресурсов в качестве вяжущих и добавок при укреплении грунтов - утилизация промышленных отходов наряду со значительным экономическим эффектом обеспечивает улучшение экологической обстановки; развитие комплексных методов укрепления оснований насыпей, предусматривающих использование вяжущих материалов в зависимости от назначения конструкции и применение

армирующих синтетических материалов; создание экологически безопасных технологий - многие методы укрепления несущей способности грунтов в той или иной мере наносят ущерб окружающей природной среде, оказывают отрицательное влияние на здоровье работников, выполняющих укрепление грунтов.

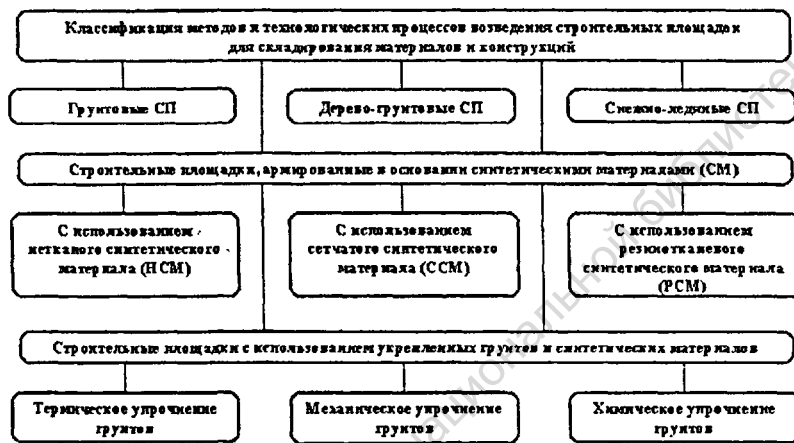


Рис.2. Классификация СП при строительстве объектов на слабонесущих грунтах

Показано, что при анализе технологических параметров возведения СП на слабонесущих грунтах можно использовать различные методологии. Требования, предъявляемые к конструкции СП, можно разделить на две группы: прочностные и технологические. К прочностным отнесены факторы, обеспечивающие безаварийную эксплуатацию СП, к технологическим - факторы, учитывающие возможность применения традиционных технологических приемов и существующей техники в условиях производства строительно-монтажных работ. Как правило, строительные нормы и правила опираются на строго определенные методы исследования. При этом предполагается, что детерминированные расчетные схемы должны приводить к результатам, которые в определенной мере учитывают реально существующую неопределенность в адекватном описании физико-механических характеристик грунтовых условий строительства. Использование при расчетах статистических методов хотя и не может уменьшить эту неопределенность, но позволяет более точно оценить ее и тем самым принять лучшее решение.

Использование синтетических материалов в различных отраслях строительства обусловлено их высокой прочностью при низкой массе конструкций, сравнительно невысокой стоимостью, стойкостью к агрессивным воздействиям окружающей среды, долговечностью, гибкостью и эластичностью, пористостью структуры, обеспечивающей пропуск воды и задерживающей частицы грунта. В зависимости от технологии производства и получаемой структуры полотна различают тканые, нетканые и комбинированные геотекстилы, сетки, маты и пленки. Синтетические материалы позволяют продлить срок службы конструкции, уменьшить ее массу, снизить транспортные расходы.

Классификация СП с целью дальнейшего совершенствования организационных и технологических процессов строительства промышленных объектов с учетом региональной специфики, а также подходы к оценке их технико-экономической эффективности с учетом природно-геологических условий должны рассматриваться как комплекс подготовительных мероприятий для выполнения строительно-монтажных работ и обеспечивать возможность принятия альтернативных решений в зависимости от материально-ресурсного оснащения строительной организации. Это делает актуальным разработку организационно-технологических решений обустройства строительных площадок на слабонесущих грунтах с комплексным использованием укрепленных грунтов и синтетических материалов, а также разработку методических подходов по оценке проектов производства определенных видов технологических операций.

**Вторая глава** посвящена исследованию технологических процессов строительного производства в условиях обводненной местности с учетом физико-механических свойств грунта, разработке алгоритмов расчета параметров выполнения СМР при строительстве СП с учетом региональной специфики.

Математическое моделирование процесса деформации основания насыпи СП из комбинации синтетических материалов (СМ) и грунта позволило получить аналитические зависимости, описывающие напряженно-деформированное состояние армирующей прослойки с учетом специфических конструктивных решений сооружения СП на слабонесущих грунтах заболоченной местности.

В основу расчета минимальной толщины насыпного слоя конструкции СП на слабых грунтах с применением синтетических материалов могут быть

положены следующие допущения: деформации армирующей прослойки от растягивающих усилий находятся в упругой области; конструкция СП, включающая слабое основание, армирующую прослойку, насыпь, при отсутствии временной нагрузки находится в ненапряженном состоянии; модуль деформации грунта слабого основания имеет постоянное минимальное значение; при этом реакцию отпора слабого основания на воздействие временных нагрузок можно не учитывать (в случае применения армирующих прослоек из материалов, имеющих достаточно большой модуль деформации, позволяющий ограничивать вертикальные перемещения основания насыпи); нагрузка от подвижного состава носит кратковременный характер; процессы, связанные с выдавливанием или уплотнением фунта слабого основания, не успевают развиваться, и общая деформация слабого основания после снятия нагрузки будет определяться весом грунта насыпи.

При приложении внешней нагрузки  $F_0$  в прослойке возникают некоторые напряжения:  $\sigma_y = \eta \cdot F_0 \cdot H^3 \cdot d^2 \cdot h^{-5}$ , где  $H$  - высота насыпи;  $d$  - диаметр штампа;  $\eta$  - эмпирический коэффициент, т.е. напряжения в данной конструкции распределяются по глубине так же, как в однородном пространстве с выполнением закона сохранения плотности потока через заданную поверхность. Исходя из баланса сил, действующих на прослойку и предположив, что состояние равновесия системы достигается за счет компенсации растягивающих напряжений силами сцепления прослойки с грунтом или анкерными устройствами (оцениваются показателем  $k$ ), было получено следующее уравнение:  $L = (H + \Delta H) \cdot [(24 \cdot k/E) \cdot (\gamma \cdot H^2 + \eta \cdot F_0 \cdot d^2 \cdot H^{-1})]^{1/2}$ , где  $L$  - диаметр деформированной области прослойки;  $E$  - модуль деформации материала прослойки;  $\Delta H$  - величина осадки насыпи;  $\gamma$  - удельный вес грунта насыпи.

Полученные в работе аналитические зависимости позволяют выполнять многовариантные расчеты технологических параметров СП с использованием в основании насыпи синтетических материалов при варьировании исходных данных. Используемые при строительстве СП синтетические материалы имеют различные физико-механические свойства, которые характеризуются широким диапазоном качественных и количественных изменений. В этой ситуации многовариантные расчеты становятся одним из путей оценки возможностей использования данного синтетического материала с максимальной технико-экономической эффективностью.

Анализ результатов расчетов показывает, что величина осадки насыпи существенно зависит от значения модуля деформации синтетического материала. Так, при увеличении модуля деформации в 3 раза величина осадки СП уменьшается соответственно в 3 раза при  $H = 0,6$  м и в 2,7 раза при  $H = 1,0$  м. Характерно выглядит и изменение деформируемой части основания насыпи: чем больше высота насыпного слоя грунта, тем шире деформируемая часть основания. Этот показатель играет весьма важную роль, так как накладывает определенные ограничения на конструктивные размеры СП.

Разработка синтетического материала связана с созданием такого полотна, модуль деформации которого обеспечивал бы заданную прочность при использовании его в различных конструкциях. Тем не менее, обеспечение изотропных свойств (с одинаковыми модулями деформации в различных направлениях) материала, задача достаточно сложная и в реальных условиях производства сетчатых синтетических материалов трудно осуществимая. Это вызывает необходимость такого подхода к расчету осадки насыпи с использованием в основании синтетического материала, который дал бы возможность оценить взаимное влияние различных деформаций материала под нагрузкой.

При изотропном синтетическом материале прикладываемые во взаимно перпендикулярных направлениях напряжения одинаковы и характеризуются изотропным модулем деформации ( $e_x = e_y$ ). В случае анизотропного материала можно предположить изменение модуля деформации в зависимости от направления, и в частности, от минимального своего значения  $e_x$ , до максимального  $e_y$ , в сопряженных (нормальных) направлениях. Вводя полярную систему координат, модуль деформации в произвольном направлении ( $e_\psi$ ) выражается через полярный угол ( $\psi$ ) и значения модулей деформации по главным осям ( $e_x$  и  $e_y$ ). При этом можно оценить отклонения расчетных величин осадки насыпи с учетом анизотропности синтетического материала  $\Delta H_{\text{эфф}} = (k/E_{\text{эфф}}) \cdot (\gamma \cdot H^3 + \eta \cdot F_0 \cdot d^2)$ , где эффективное значение модуля деформации определяется соотношением  $E_{\text{эфф}} = 2 \cdot \pi^{-1} \int_{0, \pi/2} e_\psi d\psi$ .

В работе предложена зависимость для определения эффективного значения модуля деформации ( $E_{\text{эфф}\varphi}$ ) двухслойной прослойки, состоящей из плетенных под углом  $0 < \varphi < \pi/2$  полос рулонного синтетического материала:  $E_{\text{эфф}\varphi} = e_0 \cdot (1 + \cos \varphi) \cdot \xi^{-1} \ln \{ \xi + (1 + \xi^2)^{1/2} \}$ ,  $\xi = 0,5 \cdot \pi \cdot (\text{ctg}^2 \varphi/2 - 1)^{1/2}$ , где  $e_0$  модуль деформации полосы СМ в продольном направлении.

Таким образом, появляется возможность варьировать конструктивными особенностями основания насыпи (в данном случае углом плетения) для обеспечения возможности замены не удовлетворяющего эксплуатационным требованиям одного материала другим. Изменение конструктивных особенностей расположения полос синтетического материала в основании насыпи СП позволяет компенсировать резкую анизотропность свойств СМ. При угле плетения  $\varphi > \pi/4$  эффективный модуль деформации наиболее приемлемый для обеспечения заданной несущей способности, так как отклонение  $E_{эф, \varphi}$  от  $\epsilon_0$  не превышает 3%.

В работе предложены математические модели и разработаны алгоритмы анализа параметров возведения строительных площадок различных типов. Таким образом можно реализовать более перспективный подход в технологическом проектировании строительных процессов, т.е. производить все расчеты с прогнозируемыми величинами и таким путем обосновать эксплуатационную надежность сооружаемой СП. Организация автоматизированного проектирования в информационно-вычислительной среде технологического процесса обустройства СП на слабонесущем обводненном грунте с учетом необходимости выполнения расчетов с детерминированными величинами основана на использовании алгоритмов, имитирующих внешнее воздействие на систему, поведение ее элементов, их взаимодействие и последовательное изменение состояний всей системы во времени, а разработанный моделирующий алгоритм реализуется затем на персональном компьютере.

В третьей главе диссертации выполнено исследование организации строительного производства при возведении строительных площадок с использованием в основании синтетических материалов. Анализ конструктивных особенностей возведения СП, армированных синтетическими материалами (СМ) позволил определить методологию организации и технологии производства работ при обустройстве СП с использованием в основании сетчатой (ССМ) или резинотканевой (РСМ) ячеистой прослойки в комбинации с нетканым синтетическим материалом (НСМ).

Решение задачи строительства надежной СП на слабонесущем грунте предлагается достигнуть за счет использования в качестве армирующих прослоек высокопрочных материалов, обладающих ярко выраженными упругими свойствами (с модулем упругой деформации выше 0,1 МПа). Применение таких материалов, в первую очередь снизит неравномерности



осадок насыпи за счет эффективного и равномерного перераспределения усилий от транспортных нагрузок, передаваемых на слабое основание; во-вторых, обеспечит равномерную по времени осадку насыпи и нормальную эксплуатацию СП.

Работы по сооружению СП с прослойкой из СМ осуществляются специализированной строительной бригадой. В работе определен состав бригады и соответствующий комплект машин и механизмов для сооружения СП с использованием СМ. Выбор рациональных технологических параметров СП зависит от организации производства подготовительных строительно-монтажных работ. В работе рассмотрены вопросы организации и технологии возведения СП с соответствующими методиками расчета технологических и конструктивных параметров. Разработанные методики расчета учитывают: размеры и расположения СП, необходимых для технологических операций складирования материалов и конструкций, а также габариты используемой строительной техники.

Технологический процесс строительства СП состоит из следующих этапов: разбивки территории СП согласно принятому проекту, в основу которого заложены определенные конструктивные и технологические параметры; расчистки полосы строительства от мелколесья и кустарника; устройства армирующей прослойки путем плетения из отдельных полос рулонного СМ непосредственно на месте строительства, либо изготавливая прослойку на индустриальных площадках с последующей транспортировкой и раскаткой; разработки грунта в карьере и транспортировки его до места строительства; отсыпки и устройства насыпи СП с последующим уплотнением

Выполнение основных операций технологического цикла включает в себя: раскатку прослойки; формирование насыпи; подвоз и разгрузку грунта. В связи с тем, что производительность выполнения работ по устройству насыпи определяется интенсивностью подвоза грунта к месту строительства, темпами раскладки армирующей прослойки и формированием насыпи, эффективный строительный режим (максимальный по производительности строительный график производства работ) можно обеспечить путем использования определенного количества самосвалов. В работе получены функциональные взаимосвязи производительности выполнения работ и технологических показателей: высоты насыпи; длины захватки; плотности грунта отсыпки; расстояния до места погрузки грунта; конструктивных параметров СП; грузоподъемности и средней скорости движения самосвала; нормы выработки

бульдозера на формирование насыпи; затрат времени на укладку прослойки на захватке.

В связи с тем, что производительность работ по возведению СП зависит от объема земляных работ, снижая высоту насыпи за счет использования в основании армирующих прослоек получаем достаточно высокие технико-экономические показатели возведения СП. Анализ результатов расчетов показал, что предложенные методы и алгоритмы расчета параметров выполнения основных операций технологического цикла можно использовать при организационно-технологическом проектировании строительных процессов в сложных природно-климатических условиях с учетом региональной специфики производства СМР.

В четвертой главе разработана информационно-вычислительная технология обоснования организационно-технологических параметров производства СМР при возведении строительных площадок с учетом технико-экономического обоснования технологических процессов строительного производства. Исследованы методические основы количественного анализа технико-экономических показателей выполнения строительных работ при сооружении площадок различных типов и разработаны пакеты прикладных программ для анализа технико-экономических показателей сооружения СП в сложных природно-климатических условиях. Комплекс исследований включает мониторинг, прогнозирование, анализ и целеформирование решений в процессе организационно-технологического проектирования (рис. 3).

Возведение СП требует последовательного выполнения отдельных видов работ, а именно: планировки полосы строительства; доставки лесоматериалов до места строительства и их укладки; размещения конструкции из синтетического материала; устройства земляного полотна и т.д. Использование армирующих прослоек из синтетических материалов, снижение расхода древесины, увеличение объема земляных работ, повышение уровня индустриализации, снижение трудозатрат на строительные и ремонтные работы, изменение транспортных расходов, повышение эксплуатационной надежности и сроков службы конструкции обуславливает необходимость технико-экономического анализа при выборе эффективных вариантов организационно-технологических решений обустройства СП с учетом региональной специфики. Такой анализ должен предусматривать возможность прогнозирования потребностей в материально-технических средствах для конкретных условий возведения СП.

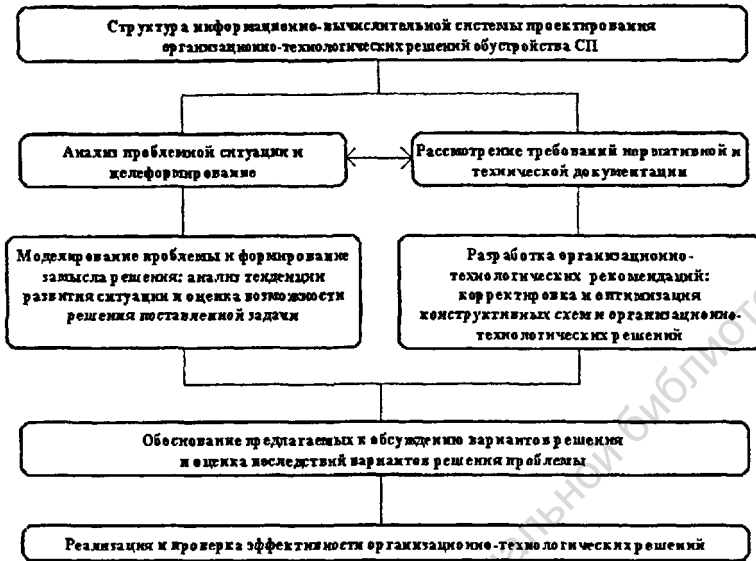


Рис.3. Функционально-ориентированная структура информационно-вычислительной системы проектирования организации и технологии возведения СП

Многовариантные расчеты должны выполняться в условиях постоянного изменения стоимостных характеристик, что приводит к необходимости использования современных информационно-вычислительных технологий, реализованных в виде пакетов прикладных программ. Это позволяет осуществлять выбор эффективного организационно-технологического процесса строительства СП. При этом, разработанная методика выбора подразумевает наличие некоторого числа конкурирующих вариантов строительства различных типов СП на слабонесущих грунтах. Область технико-экономической целесообразности применения определенной организации и технологии следует устанавливать для вариантов строительства в адекватных условиях, при одинаковой степени использования машин и механизмов, при одном и том же уровне организации выполнения работ т.п.

Оценка технико-экономической эффективности выполнения работ по строительству СП выполняется в соответствии с экономическими нормативами с учетом возможных конструктивных вариантов СП. Определение экономических показателей строительства зависит от себестоимости производства строительного-монтажных работ, которая представлена в виде

суммы затрат: затрат на материалы; основной заработной платы рабочих; расходов на эксплуатацию строительных машин и автотранспорта; прямых затрат, включающих расходы на перемещение грунта на место строительства из карьера; накладных расходов.

В рамках разработки методики расчета и анализа организационно-технологических решений обустройства строительных площадок с учетом региональной специфики была реализована часть алгоритмов многоцелевой информационно-вычислительной системы - классификация и методы расчета параметров возведения строительных площадок (Classification and Methods of Designing the Building Grounds), которые относятся к программному комплексу Computer-aided Design System. Пакет прикладных программ CADSystem / DBG позволяет реализовать процесса проектирования организационно-технологических решений обустройства строительных площадок с системных позиций, т.е. кроме автоматизации процесса на всех этапах (подготовка данных, решение, анализ результатов) обеспечена возможность использования опыта и знаний проектировщика.

Результаты исследований включены в нормативно-технические рекомендации: организационно-технологические решения обустройства строительных площадок с учетом региональной специфики (Москва, ЦНИИОМТП, 2003). Методика предназначена для прогнозирования показателей обустройства СП на обводненных слабонесущих грунтах, что обеспечивает возможность строительного мониторинга технологической надежности СП и управления строительными ресурсами строительномонтажных организаций путем формирования оптимальных технологических структур выполнения работ. Алгоритм поставленной задачи позволяет прогнозировать ресурсные потоки в процессе возведения СП, обеспечивая повышение их эффективности, что подтверждено при внедрении результатов исследования.

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

1. Выполнение подготовительных работ при сооружении промышленных объектов с учетом региональной специфики представляет собой часть общего комплекса задач организации строительного производства. Своевременное и качественное проведение подготовительных работ является одним из решающих факторов успешного осуществления строительства. Это доказывает

необходимость дальнейшего глубокого теоретического осмысливания природы строительных процессов, разработки новых схем производства СМР и методологии организации строительного производства.

2. Проведенный анализ существующих подходов к реализации технологических процессов строительства на обводненных слабонесущих грунтах выявил существенную востребованность новых научных подходов к назначению технологических параметров использования конструктивных решений для обеспечения надежности эксплуатации СП с учетом качественных и количественных физико-механических характеристик грунта, что позволило обосновать целесообразность и перспективность применения различных синтетических материалов для обустройства СП в сложных природно-климатических условиях.

3. Выдвинута научно-техническая гипотеза о том, что использование современных методов организации и технологии производства СМР на слабонесущих грунтах и информационно-вычислительных технологий для прогнозирования показателей технологических процессов строительного производства при обустройстве СП с учетом региональной специфики, что должно существенно повысить эффективность разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов.

4. Интенсивное развитие строительного производства в регионах со сложными природно-климатическими условиями обуславливает широкомасштабное строительство промышленных объектов подземного, наземного и надземного базирования. Комплексный анализ выполнения подготовительных работ при строительстве промышленных объектов в сложных природно-климатических условиях позволил выявить: достаточно трудоемкую и продолжительную строительную операцию - обустройство СП; классифицировать СП по принципу использования различных материалов и конструктивных особенностей.

5. Исследованы технологические процессы сооружения различных типов СП на слабонесущих обводненных грунтах с учетом их конструктивных особенностей, основанных на использовании древесных и синтетических материалов (СМ). При этом установлена перспективность применения комбинированных армирующих прослоек, состоящих из нетканого (НСМ), сетчатого (ССМ) и резиноканевого (РСМ) синтетического материала, с одновременным использованием укрепленных грунтов при отсыпке насыпей СП. Разработаны математические модели, описывающие процесс деформации

основания насыпи СП, армированной СМ. Получены функциональные зависимости для определения величины осадки насыпи с учетом физико-механических свойств СМ. Предложены конструкции ячеистых прослоек и методика их расчета, учитывающая возможность использования при строительстве высокопрочных СМ.

6. Разработана организация и технология процесса сооружения СП с использованием СМ с учетом региональной специфики организации и технологии производства СМР. Определен комплекс подготовительных мероприятий для выполнения строительно-монтажных работ в зависимости от материально-ресурсного оснащения строительной организации. Получены аналитические зависимости продолжительности выполнения работ, отражающие ресурсную оснащенность специализированной строительной бригады.

7. Разработана структура организационно-технологического проектирования производства работ при сооружении объектов в обводненной местности с использованием укрепленных грунтов, синтетических материалов и информационно-вычислительных компьютерных технологий прогнозирования параметров технологических процессов. Предложенные в работе методики позволяют довести количественные характеристики динамических процессов, имеющих место при эксплуатации СП, до инженерного уровня и применить методы теории прочности для обоснования необходимой степени возможности безотказной работы СП (под безотказной работой подразумевается устойчивость СП на слабонесущем грунте), а многовариантные расчеты создают методологическую базу обоснования и выбора параметров технологических процессов строительства в сложных природно-климатических условиях. Практическая реализация разработанных методов и моделей показала эффективность их применения при обосновании технологических процессов инженерной подготовки территории СП в процессе строительства промышленных объектов на слабонесущих обводненных грунтах.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих **работах автора:**

1. Реализация информационно-вычислительных технологий формирования и корректировки технологических процессов с учетом региональной специфики строительного производства. - Труды секции "Инженерные проблемы стабильности и конверсии" Российской инженерной

академии: Методология реализации информационно-вычислительных технологий в строительном комплексе. - М: СИП РИА, 2002, с.3-6. - без соавторов, объем 0,30 п.л.

2. Организационно-технологические мероприятия при строительстве объектов в условиях отрицательных температур. - В сб.: Наука - поиск 2003. - Астрахань: Астраханский государственный технический университет, вып. 2, 2003, с. 17-18. - без соавторов, объем 0,50 п.л.

3. Организационно-технологические процессы в строительном производстве: организационно-технологические решения обустройства строительных площадок с учетом региональной специфики. - М.: ЦНИИОМТП, 2003. - 8 с. - без соавторов, объем 0,25 п.л.

4. Имитационные модели организации строительного производства в сложных природно-климатических условиях. - Материалы международной научно-практической конференции "Строительство - 2004". - Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный университет, 2004, с.43. - в соавторстве, доля соискателя 0,15 п.л.

Из фондов Российской национальной библиотеки

Подписано в печать 10.02.2004 г. Формат 60x90, 1/16.  
Объем 1,5 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 50

---

Отпечатано в ООО "Фирма Блок"

107140, г. Москва, ул. Русаковская, д.1. т. 264-30-73

[www.blok01centre.narod.ru](http://www.blok01centre.narod.ru)

Изготовление брошюр, авторефератов, переплет диссертаций.



и - 6 9 4 2

Из фондов Российской национальной библиотеки