

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО  
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ, ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭКСПЕРТИЗЫ И  
УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ**

Выпускная квалификационная работа  
«Моделирование процессов распределения  
ресурсов строительного проекта с  
использованием эвристических подходов»

Выполнил: Павлов О.И.

Руководитель: д.т.н., проф. Мищенко В.Я.

Воронеж 2019.

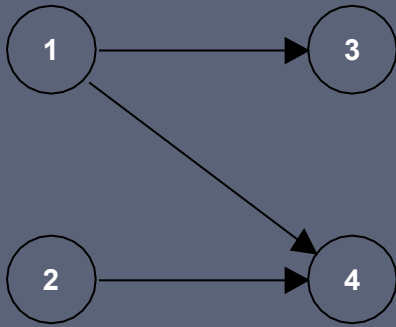
**Целью** диссертационной работы является разработка комплекса моделей ресурсного обеспечения строительных проектов при организационно-технологическом моделировании строительного производства..

Для достижения поставленной цели в работе поставлены и решены **следующие задачи:**

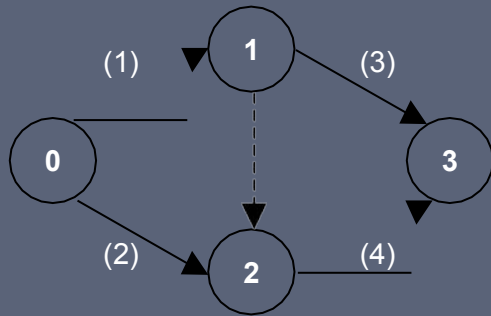
- Осуществить анализ процедуры ресурсного планирования строительных проектов, выделить основные характеристики данного процесса, выполнить классификацию и определить степень влияния процесса ресурсного планирования на целевые показатели проекта.
- Предложить эвристические правила распределения ресурсов.

**Научная новизна.** В диссертационной работе научной новизной является использование эвристических правил распределения ресурсов: по возрастанию первых разностей работ проекта, по возрастанию величины комплексных оценок работ проекта и по максимальным эффективностям работ в проекте; определены условия, при которых целесообразно применение данных правил.

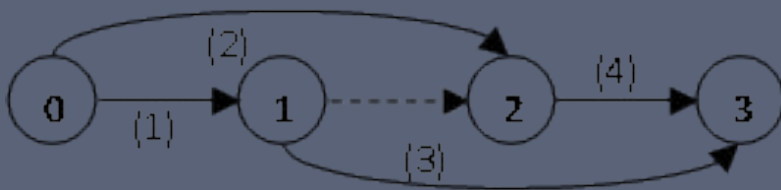
# Технологический граф



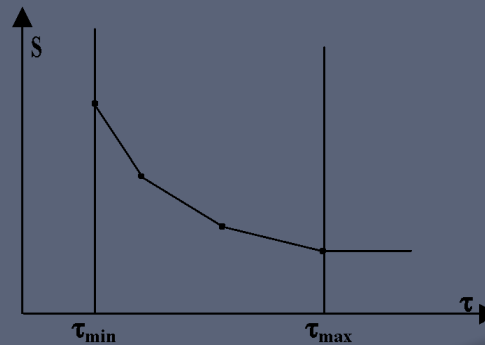
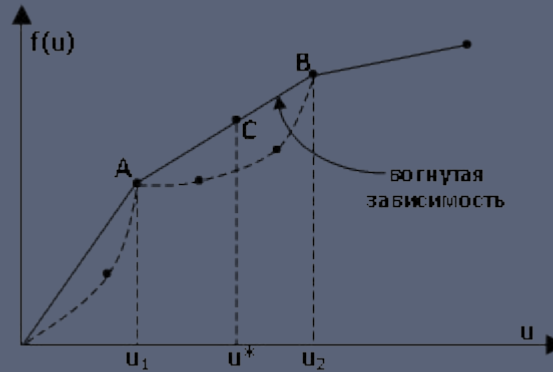
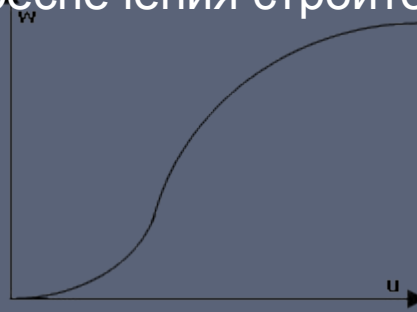
а



б



# Графики зависимостей ресурсно-временного обеспечения строительного производства



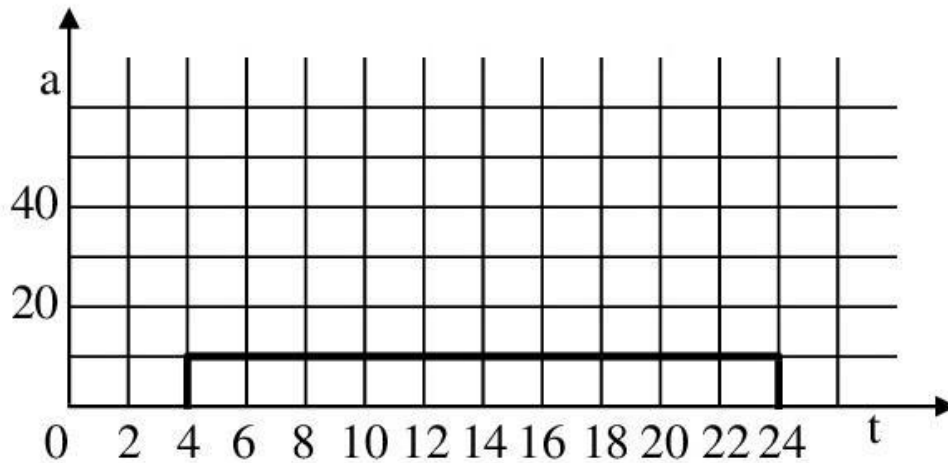
# Типы ресурсов

- Невоспроизводимые (накапливаемые, складированные) ресурсы при реализации строительного проекта используются в полной мере. Повторное их использование не представляется возможным (ресурсы типа «энергия»). К данному типу ресурсов относятся финансы, предметы однократного воздействия и средства труда однократного применения, топливные ресурсы
- Воспроизводимые (нескладированные, ненакапливаемые), характерной особенностью которых является сохранение своей натурально-вещественной формы (ресурсы типа «мощность»). Для строительного производства этим видом ресурсов будут машинно-трудовые ресурсы, используемые в одном производственном процессе

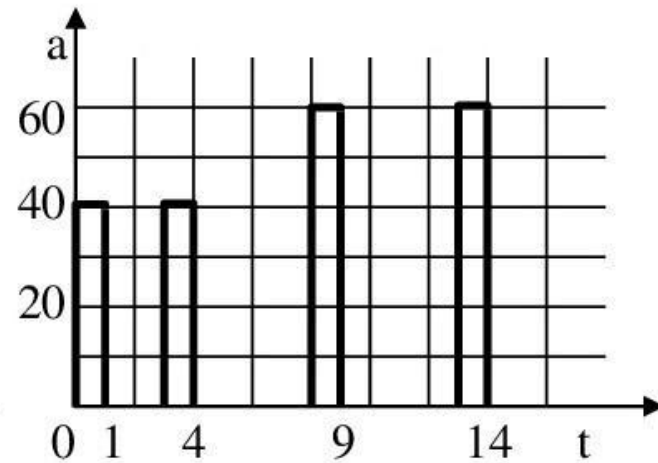
Ограничения на ресурсы всех видов, используемые в проекте, задаются функцией наличия (доступности) ресурсов, как правило, в форме неравенств вида:

где  $N(t)$  – функция наличия определяющего ресурса;  $u_i(t)$  – количество ресурса, назначенного для выполнения  $i$ -ой работы;  $n$  – число работ, подлежащих выполнению.

Используя в качестве исходных данных организационно-технологической модели по каждому виду ресурса в отдельности, строятся эпюры (графики), из которых можно определить текущие и интегральные данные, определяющие потребность, поставку и расход складироваемых ресурсов.

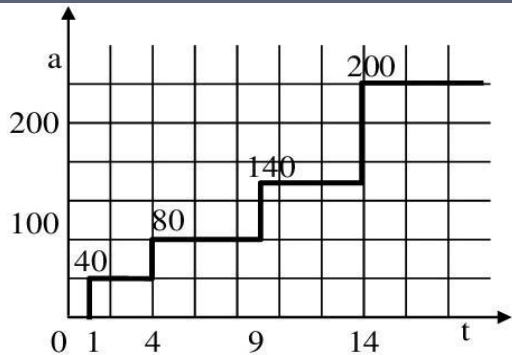


Равномерная потребность  
и поставка ресурса

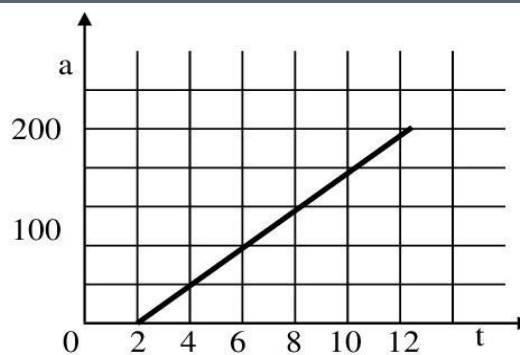


Поставка ресурса партиями

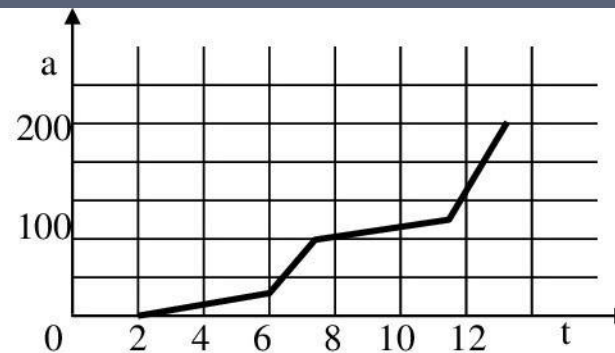
Величина запаса ресурса (в днях) в случае расхода с заданной интенсивность будет вычисляться как промежуток между линиями поставки и расхода по горизонтали. Фактический объем запаса ресурса на конкретный момент времени определяется по вертикали между этими линиями



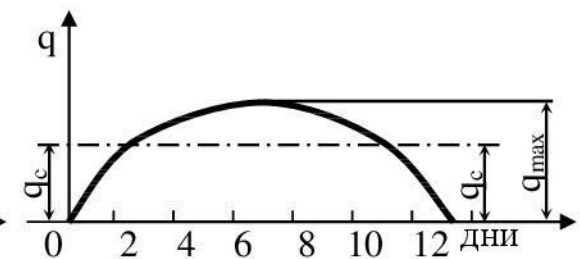
Интегральные поставки партиями



Интегральные поставки ресурса, поставляемого непрерывно и равномерно



Интегральные поставки ресурса, поставляемого непрерывно и неравномерно



Изменение интенсивности работы:  $w_{max}$  – максимальная интенсивность ресурса и  $w_c$  – средняя расчетная интенсивность ресурса

# ПОС:

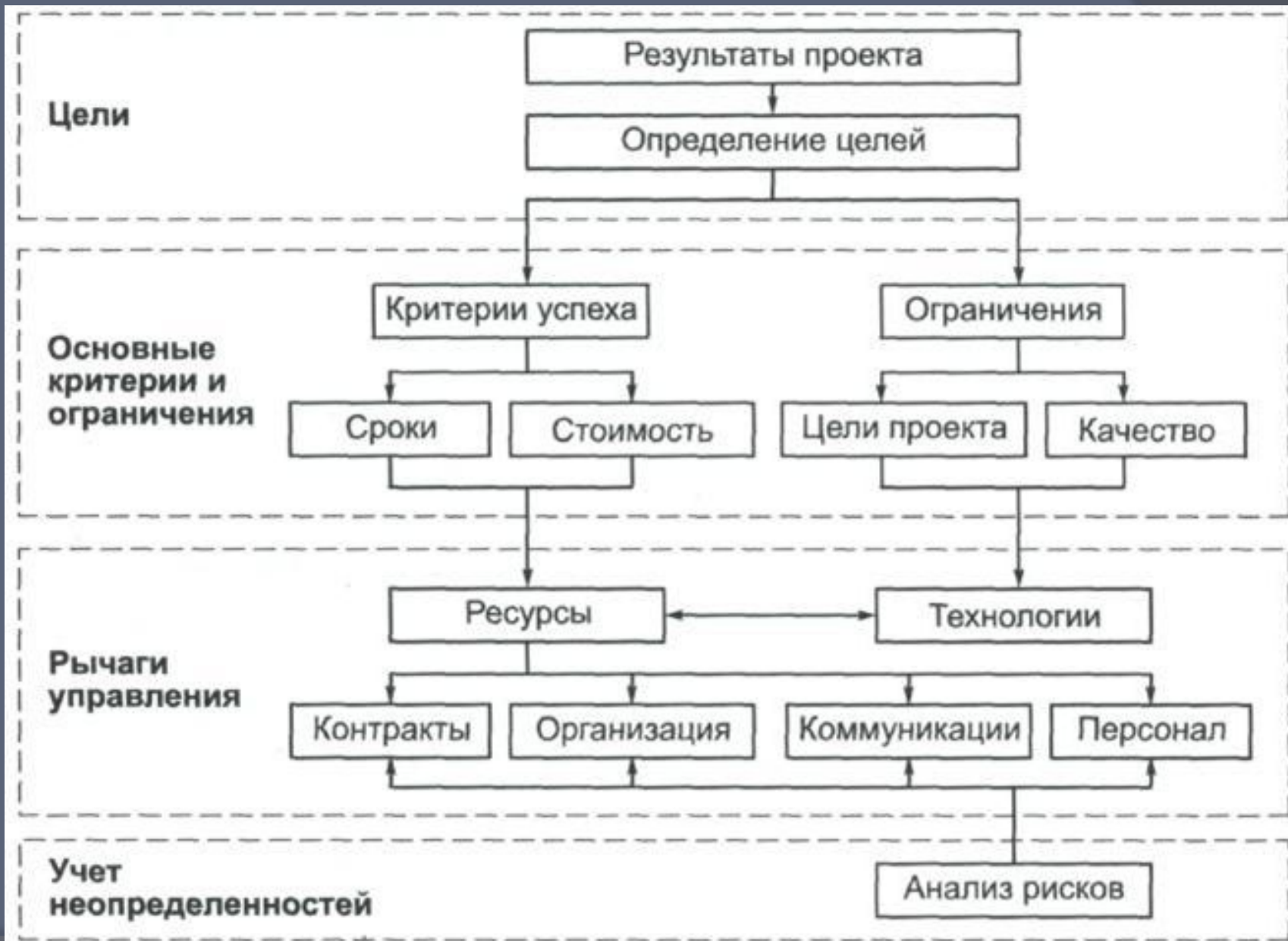
- Комплексный укрупненный сетевой график и разработанный на его основе календарный план строительства отдельных объектов с распределением объемов капитальных вложений и работ по этапам строительства;
- Стройгенплан;
- Организационно-технологические схемы сооружения объектов с распределением бригад по фронтам работ;
- Решения по рекультивации плодородного слоя почвы с указанием границ участков, временно отводимых под строительство;
- Ведомость объемов работ с разбивкой по объектам;
- Графики потребности в строительных материалах, машинах и механизмах, рабочих кадрах.

# ППР:

- Календарный план возведения объекта с указанием номенклатуры, последовательности и сроков производства работ;
- Стройгенплан;
- Генпланы временных строительных баз с решениями по выбору площадок, временному отводу и условиям восстановления земель;
- Технологические карты;
- График потребности в материалах, машинах и рабочих кадрах.



# Управление ресурсным обеспечением проекта



Практика показывает, что для решения задач распределения ресурсов целесообразно применять эвристические алгоритмы в соответствии со следующими правилами:

- **Правило 1 (по степени критичности работ).** Работы, имеющие минимальный поздний срок начала, называемый степенью критичности работы, подлежат выполнению в первую очередь.
- **Правило 2 (по минимальной продолжительности работ).** В первую очередь выполняются работы с минимальной продолжительностью.
- **Правило 3 (по минимальному позднему сроку окончания).** Работы выполняются в порядке возрастания величины поздних сроков окончания.

## Набор критериев, учитываемых при определении приоритетности проекта

1. прибыльность проекта;
2. затраты на его реализацию;
3. вопросы имиджа предприятия, то есть, как повлияет участие в рассматриваемом проекте на деловую репутацию предприятия;
4. штрафные санкции (условия реализации проекта);
5. наличие дополнительных затрат, связанные с реализацией проекта, то есть его обременение;
6. договорные сроки;
7. состояние разрешительной и проектно-сметной документации;
8. принятые архитектурно-планировочные решения;
9. организационно-технологические решения;
10. возможности ресурсного обеспечения;
11. территориальное расположение объекта;
12. социальная значимость объекта.

# Алгоритм интегральной оценки проектов

Таким образом, алгоритм построения интегральной оценки проектов предполагает выполнение следующей последовательности действий:

1 шаг. Проведение экспертного опроса, в результате которого получаем  $m$  матриц экспертного опроса  $\|\beta_{ij}^k\|$

2 шаг. Получение результирующей матрицы по формуле

$$\beta_{ij}^0 = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \beta_{ij}^k$$

3 шаг. Построение матрицы  $\|\beta_{ij}^0\|$  с использованием выражения (2.2.5).

4 шаг. Построение матрицы  $\|\beta_{ij}^1\|$  по формуле (2.2.9).

5 шаг. Проведение сглаживания данных. Для этой цели по каждой из строк исходной матрицы  $\|\beta_{ij}^1\|$ , с использованием условия транзитивности (2.2.10) строятся согласованные матрицы  $\|\tilde{\beta}_{ij}^1\|$ .

6 шаг. По согласованным матрицам  $\|\tilde{\beta}_{ij}^1\|$  осуществляется осреднение по формуле (2.2.11). Получаем единственную матрицу  $\|\tilde{\beta}_{ij}^1\|$ .

7 шаг. По матрице  $\|\tilde{\beta}_{ij}^1\|$  находим матрицу  $\|\beta_{ij}^2\|$  используя операцию потенцирования

$$\beta_{ij}^2 = \text{exp}(\tilde{\beta}_{ij}^1).$$

8 шаг. По матрице  $\|\beta_{ij}^2\|$  вычисляем интегральные оценки проектов,

## Выводы:

1. Проведен анализ существующих методов и моделей организационно-технологического проектирования, в ходе которого было установлено, что основной задачей является построение календарного плана выполнения работ на объектах составляющих производственную программу строительной организации с учетом ограничений, накладываемых на численность бригад (рабочих). Выполнен анализ ресурсов строительного проекта, описаны их характеристики, проведена классификацию и выявлены степень влияния на целевые показатели проекта.
2. Предложены эвристические правила распределения ресурсов: по возрастанию первых разностей работ проекта, по возрастанию величины комплексных оценок работ проекта и по максимальным эффективностям работ в проекте; определены условия применения этих правил.
3. Разработан алгоритм построения интегральной оценки работ в проекте, отличающийся тем, что экспертами заполняется матрица парных сравнений, размерность которой равна числу анализируемых работ в проекте, а не числу критериев оценки работы, что позволяет получить более простой и устойчивый алгоритм.