

## Технико-коммерческое предложение

«Комплексная автоматизированная  
система управления сталеплавильного производства»

Генеральный директор  
ООО «НПП ОРАКУЛ»  
С.А. Храпко  
« » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

## Содержание

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>3</b>
1.1 О ЗАКАЗЧИКЕ	3
1.2 ОБ ИСПОЛНИТЕЛЕ	3
1.3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	4
1.4 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	4
<b>2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
2.1 ОБЪЁМ ПОСТАВОК И УСЛУГ	5
2.2 АРХИТЕКТУРА КАСУ СП	5
2.3 ФУНКЦИИ АСУТП ВЫПЛАВКИ	7
2.4 ФУНКЦИИ АСУТП ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ	7
2.5 ФУНКЦИИ АСУТП РАЗЛИВКИ	9
2.6 ФУНКЦИИ АСУ ПРОИЗВОДСТВА	9
2.7 АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАСУ	10
2.8 ДОКУМЕНТАЦИЯ СИСТЕМЫ	11
2.9 ПЛАН-ГРАФИК ПРОЕКТА	11
<b>3. КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>13</b>
3.1 ИСКЛЮЧЕНИЕ ИЗ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ИСПОЛНИТЕЛЯ	13
<b>4. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....</b>	<b>14</b>

## 1. Общие сведения

### 1.1 О Заказчике

### 1.2 Об Исполнителе

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ОРАКУЛ» (в дальнейшем - **Исполнитель**) занимается внедрением сложных комплексных систем управления для металлургических производств на рынке Украины, России и стран СНГ.

Основной продукт компании – основанные на знаниях автоматизированные системы управления и комплекс организационных, технических и технологических приемов, способствующих повышению эффективности металлургического производства. Сотрудники компании являются авторами и соавторами десятков научных и технических статей и патентов по автоматизации и теории и практике металлургических процессов.

Основные направления деятельности компании:

- Автоматизация и оптимизация технологических процессов выплавки стали и сплавов;
- Технологические разработки по вопросам модернизации и интенсификации действующих производственных процессов металлургического производства и процессов его подготовки;
- Внедрение систем управления производственного уровня, таких, как MES (оперативное управление производством), APS (системы синхронного планирования и оптимизации), EAM (управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования) и их интеграция в единое информационное пространство предприятия;
- Оказание инжиниринговых услуг и проведение научно-исследовательских работ.

Компания работает в консорциуме с ЗАО «НПО Санкт-Петербургская электротехническая компания» (г. Санкт-Петербург, Россия), ОАО «Молдавский металлургический завод» (г. Рыбница, Приднестровье), а также в тесном взаимодействии с кафедрой электрометаллургии Донецкого национального технического университета (г. Донецк, Украина) и другими IT- и металлургическими компаниями.

Референц-листы членов консорциума и иная информация представлена на их корпоративных сайтах:

- ОАО «Молдавский металлургический завод» - [www.aommz.com](http://www.aommz.com);
- ООО «Санкт-Петербургская электротехническая компания» - [www.spbec.ru](http://www.spbec.ru);
- ООО «НПП ОРАКУЛ» - [www.oracul.org](http://www.oracul.org).

Основные внедрения компании связаны с Молдавским Металлургическим Заводом, Донецким электрометаллургическим заводом, ООО «Электросталь» (г. Курахово, Донецкая область). Технические и технологические решения компании внедрены также на Белорусском металлургическом заводе, Магнитогорском металлургическом комбинате, Волгоградском металлургическом заводе «Красный Октябрь», Красносулинском металлургическом заводе «СТАКС» и других предприятиях металлургии России и СНГ.

### 1.3 Исходные данные и постановка задачи

На предприятии Заказчика планируются работы по созданию (модернизации) сталеплавильного производства. Планом строительства (модернизации) предусматривается внедрение (модернизации) Автоматизированной Системы Управления Производством.

В настоящее время на предприятии реализовано:

- данные по производствам вводятся в систему учета вручную ответственными лицами (контроллерами ОТК);
- ;

### 1.4 Краткое описание объекта автоматизации

Объект автоматизации – сталеплавильное производство предприятия Заказчика, предназначенное для:

- выплавки жидкого полупродукта;
- внепечной обработки и доводки металла по химическому составу и температуре;
- разливки стали.

Технологическая схема, метод и организация производства следующие:

- Выплавка стали в \_\_\_\_\_ (мартеновских печах, ДСП, конвертерах);
- Внепечная обработка на существующей установке \_\_\_\_\_ («ковш- печь», доводки металла, вакуумирования);
- Разливка стали осуществляется \_\_\_\_\_ (на МНЛЗ, в слитки и т.д.)

## 2. Техническое предложение

Исполнитель предлагает разработать и внедрить комплексную автоматизированную систему управления сталеплавильным производством (далее КАСУ СП), включающую:

- АСУТП выплавки;
- АСУТП внепечной обработки;
- АСУТП разливки;
- Технологическую базу данных и систему сбора информации;
- АСУ СП (на базе необходимых модулей MES- и EAM – систем);
- Систему взаимодействия со средствами базовой автоматизации.

### 2.1 Объем поставок и услуг

Объем поставок и услуг включает:

- Базовый дизайн (сбор базовых данных, предпроектное обследование);
- Базовый инжиниринг (Техническое проектирование);
- Детальный инжиниринг (Разработка РД и ПО);
- Поставка рабочей документации (см. Приложение №3);
- Поставка оборудования (см. Приложение №4);
- Поставка программного обеспечения (см. Приложение №5);
- Монтаж оборудования (см. Приложение №6);
- Пуско-наладочные работы (см Приложение №7).

### 2.2 Архитектура КАСУ СП

Проектируемая КАСУ СП призвана создать единое информационное пространство сталеплавильного производства, объединяющее подсистемы всех уровней автоматизации в единое целое. В составе КАСУ СП выделяют:

**Уровень 0** – исполнительные механизмы (далее - ИМ или ED), датчики и устройства связи с объектом автоматизации (далее – УСО или DAQ);

**Уровень 1** – контроллеры (в т.ч. микро), средства HMI, компьютеры и ПО, предназначенные для управления исполнительными механизмами, сбора информации о состоянии объекта, управления отдельным оборудованием и «атомарными»<sup>1)</sup> технологическими операциями;

<sup>1)</sup> - здесь под «атомарной» понимается технологическая операция, выполняемая как единое целое в соответствии с командой (уставкой), поступившей от «задатчика» энерготехнологического режима. Примеры атомарных технологических операций: замер температуры металла, опускание кислородной фурмы на заданный уровень, взвешивание заданного веса сыпучего материала и т.п.

**Уровень 2** – программно-технические средства, предназначенные для управления технологическим процессом в целом на отдельном агрегате сталеплавильного производства (далее для краткости PCS);

**Уровень 2,5** – комплекс программно-технических средств и организационно-технических мероприятий, предназначенных для моделирования и оптимизации технологических процессов (далее для краткости «ОРАКУЛ»);

**Уровень 3** – комплекс программно-технических средств, предназначенный для оперативного управления производством, анализа его эффективности, формирования и оптимизации производственного задания и контроля его выполнения (далее для краткости MES);

**Уровень 4** – комплекс программно-технических средств и организационно-технических мероприятий, предназначенный для планирования, оптимизации и управления хозяйственной деятельностью предприятия в целом (далее для краткости ERP).

Подробнее о применяемых сокращениях - в разделе «Термины и определения».

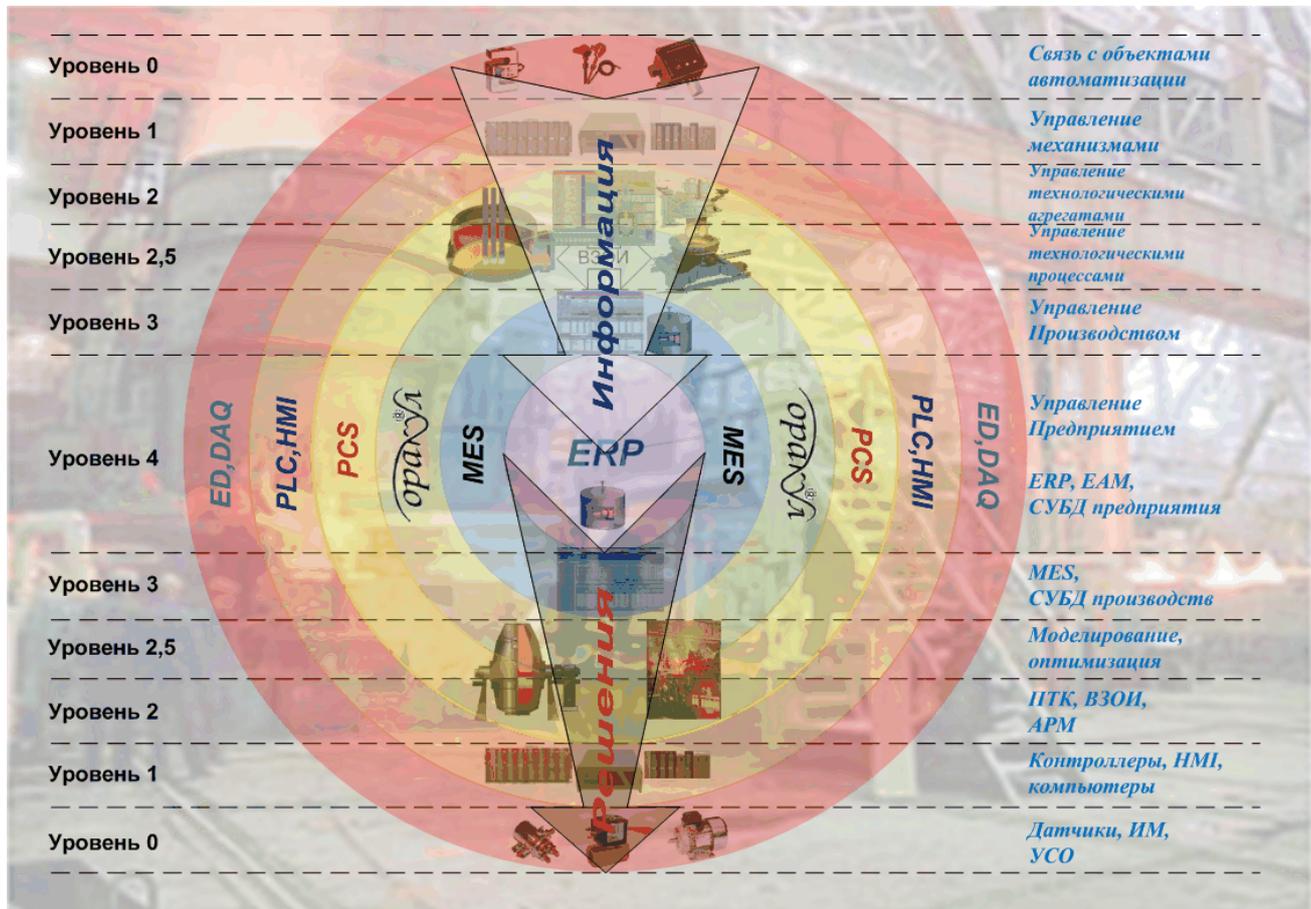


Рисунок. Архитектура единого информационного пространства

Разрабатываемые в рамках единого проекта автоматизированные системы управления позволяют:

- автоматизировать выполнение основных технологических операций;
- улучшить учет и оптимизировать расход материалов, энергоносителей и иных ресурсов;
- информационно увязать производственные и технологические процессы выплавки, внепечной обработки и разливки стали;
- адекватно отразить аспекты хозяйственной деятельности цеха;
- оптимизировать баланс металла;
- выполнить оперативный расчет себестоимости выпускаемой продукции;
- упорядочить информационные потоки цеха;
- предоставить оперативному и управленческому персоналу эффективный доступ к данным, необходимым для принятия оптимальных управленческих решений.

В ходе базового инжиниринга создается Концепция построения КАСУ СП, которая предусматривает применение распределенной архитектуры для обеспечения:

- Высокой «живучести» системы в целом и отдельных ее компонентов;
- Удобства поэтапного внедрения;
- Унификации используемых технических и программных средств автоматизации;
- Возможности использования наработок ведущих специализированных компаний;
- Стандартизации системы обмена данными.

### 2.3 Функции АСУТП выплавки

АСУТП выплавки является неотъемлемой составной частью КАСУ СП и проектируется для реализации следующих функций:

- первичный расчёт оптимальной шихтовки плавки;
- текущий и прогнозный расчёт температуры и химического состава металла и шлака;
- проектирование энерготехнологического режима ведения плавки;
- расчёт рационального режима кислородной продувки, обеспечивающего достижение целевого химического состава металла и синхронизацию обезуглероживания, дефосфорации и нагрева металла;
- оптимальный расчёт шлакообразующих материалов, раскислителей и ферросплавов;
- оперативная корректировка всех расчётов и проекта ведения плавки на основе информации обратной связи о фактическом расходе материалов и энергоресурсов, результатах отбора проб металла и измерения температуры;
- формирование и выдача по ходу плавки уставок устройствам и механизмам, используемым в технологическом процессе (регулятору мощности, переключателю ступеней напряжения трансформатора, переключателю ступеней токоограничивающего реактора, газокислородным горелкам, устройствам продувки кислородом и инертным газом, установкам вдувания порошкообразных материалов и т.д.) – (работа в режиме «Система автоматического ведения плавки»);
- блокировка недопустимых операций и аварийная сигнализация;
- выдача рекомендаций по ведению плавки (работа в режиме «Советчик сталевара»);
- перерасчёт химического состава и теплоемкости лома, чугуна и используемых материалов по результатам химического анализа металла и шлака и учет изменений при проведении последующих плавков;
- визуализация технологического процесса;
- автоматическое формирование паспорта выплавки.

АСУТП выплавки проектируется на базе системы «ОРАКУЛ». Система «ОРАКУЛ» – это комплекс теоретически выверенных и проверенных на практике алгоритмов, программ, технологических приемов, организационных и технических мероприятий, предназначенных для оптимизации металлургических процессов. В Российской Федерации система «ОРАКУЛ» зарегистрирована и внесена в реестр программ для ЭВМ (свидетельство №980386 от 23.06.1998 года) как Интегрированный пакет программ для построения интеллектуальных систем управления металлургическими процессами. Используемые в системе ОРАКУЛ методологии и подходы имеют Патентную Защиту.

### 2.4 Функции АСУТП внепечной обработки

АСУТП внепечной обработки является неотъемлемой составной частью КАСУ СП и проектируется для реализации следующих функций при выпуске стали в ковш, обработке на

установке «ковш-печь» (далее – УКП), установке доводки металла (далее - УДМ) и установке вакуумирования стали (далее УВС):

- расчет текущего и прогнозируемого среднего химического состава и средней температуры металла и шлака в ковше с точностью, достаточной для безусловного выполнения задания на плавку;
- расчет оптимального количества и видов легирующих и других материалов и энергоносителей, необходимых для гарантированного попадания в заданные химический состав и температуру металла по окончании внепечной обработки металла;
- оперативное проектирование и оптимизация внепечной обработки для обеспечения рациональной траектории перевода металла в ковше из текущего состояния в заданное;
- выдача управляющих воздействий механизмам и устройствам, участвующим в технологическом процессе внепечной обработки стали, и рекомендаций технологическому персоналу в соответствии с результатами проектирования;
- блокировка недопустимых операций и аварийная сигнализация;
- гарантированное соблюдение технологии внепечной обработки металла;
- контроль состояния машины непрерывного литья заготовки и синхронизация момента окончания внепечной обработки с моментом передачи ковша на разливку для поддержания высокой серийности;
- адаптация и самонастройка системы при изменении параметров агрегата и используемых материалов;
- взаимосвязь со смежными системами и подсистемами АСУТП;
- мониторинг, визуализация и информационное сопровождение процесса обработки стали;
- прогноз образования и управление составом неметаллических включений в процессе выплавки и обработки стали;
- взаимодействие с системой управления сталеплавильным производством;
- автоматическое формирование паспорта внепечной обработки.

АСУТП внепечной обработки проектируется на базе системы «ОРАКУЛ». В состав АСУТП внепечной обработки входят следующие модули:

- модуль прогноза химического состава металла и шлака в ковше;
- модуль расчета средней температуры металла в ковше;
- модуль расчета оптимального количества легирующих и раскислителей;
- модуль расчета оптимального режима продувки инертным газом;
- модуль проектирования внепечной обработки стали;
- модуль выдачи управляющих воздействий механизмам и устройствам (тракт сыпучих, трайб-аппараты, устройства вдувания материалов, регулятор, продувочные устройства и т.п.);
- система мониторинга, визуализации, и информационного сопровождения процесса;
- система «горячего резервирования»;
- блок сопряжения с системой базовой автоматизации;
- блок сопряжения с технологической базой данных сталеплавильного производства.

## 2.5 Функции АСУТП разливки

АСУТП разливки является неотъемлемой составной частью КАСУ СП и проектируется для реализации следующих функций при разливке:

- Оптимизация режима и скорости разливки в зависимости от марки стали и состояния агрегатов выплавки и внепечной обработки;
- Расчет оптимального режима охлаждения заготовки и управление процессом охлаждения в кристаллизаторах и зонах вторичного охлаждения (далее – ЗВО);
- Расчет оптимального режима смазки кристаллизаторов и управление смазкой;
- Расчет оптимального режима «качания» кристаллизаторов и управление механизмами качания;
- Управление раскроем заготовки в соответствии с заданной мерной длиной с учетом последующего охлаждения заготовки;
- Расчет оптимального раскроя с выдачей рекомендаций по закрытию ручьев при окончании разливки для уменьшения отходов;
- Расчет и контроль температуры и химического состава металла в промежуточном ковше;
- Расчет образования неметаллических включений и режима управления электромагнитным перемешиванием;
- Выдача рекомендаций по использованию системы защиты струи;
- Расчет времени окончания разливки и обмен информацией с АСУТП внепечной обработки для обеспечения заданной серийности;
- Расчет износа футеровки промежуточных ковшей и выдача рекомендаций по длительности серии;
- Расчет и управление режимом продувки металла в промежуточном ковше;
- Управление механизмами и устройствами, предназначенными для разливки;
- Блокировка недопустимых операций и аварийная сигнализация;
- Визуализация процесса разливки;
- Обмен информацией с технологической базой данных и смежными системами;
- Формирование паспорта разливки и рапортов о работе оборудования.

АСУТП разливки проектируется на базе системы «ОРАКУЛ».

## 2.6 Функции АСУ производства

В составе КАСУ осуществляется разработка модулей системы управления предприятия в объеме, достаточном для рационального управления сталеплавильным производством, в частности, следующих модулей MES и EAM- систем:

1. **Контроль состояния и распределение ресурсов** - в объеме, достаточном для оценки способности и достаточности технологического оборудования, материалов и персонала.
2. **Оперативное планирование** - в объеме, достаточном для разработки производственного задания.
3. **Диспетчеризация производства** - в объеме, достаточном для отслеживания и оптимизации выполнения производственных заказов.
4. **Сбор и хранение данных** - в объеме, достаточном для получения данных и параметров технологических операций сталеплавильного производства в реальном времени.

5. **Управление персоналом** - в объеме, достаточном для генерации отчетных документов по использованию рабочего времени.
6. **Управление качеством** - в объеме, достаточном для анализа ретроспективно и в реальном времени показателей производства и качества продукции.
7. **Управление производственными процессами** - в объеме, достаточном для отслеживания и оптимизации производственных процессов.
8. **Управление техобслуживанием и ремонтом** - в объеме, достаточном для отслеживания состояния основного оборудования и планирования предупредительных ремонтов и ремонтов по состоянию.
9. **Отслеживание и генеалогия продукции** - в объеме, достаточном для получения информации о состоянии процесса исполнения заказов в каждый момент времени.
10. **Анализ производительности** - в объеме, достаточном для генерации сквозных паспортов, рапортов и иных отчетных документов, отражающих результаты производственной деятельности (коэффициенты использования ресурсов, время цикла для единицы продукции, себестоимость, соответствие плану и т.д.).

АСУ СП строится на базе единой технологической базы данных сталеплавильного производства, программно-технических комплексов управления технологическими процессами основных сталеплавильных агрегатов и комплекса автоматизированных рабочих мест технологического и административного персонала, обеспечивающих ввод необходимой информации и доступ к ней лиц принимающих решение (далее – ЛПР).

## 2.7 Аппаратное и программное обеспечение КАСУ

Выбор программного и аппаратного обеспечения КАСУ осуществляется с учетом:

- Состояния рынка средств автоматизации на момент начала работ;
- Состояния местного рынка услуг по обслуживанию и сопровождению автоматизированных систем;
- Состояния и перспектив развития IT-службы предприятия Заказчика;
- Предпочтений и опыта ключевых технических специалистов Заказчика.

Выбор призван обеспечить:

- Соответствие реальным потребностям современного сталеплавильного производства;
- Возможность решения в полном объеме задач, предусмотренных заданием на проектирование;
- Высокую живучесть, долговечность и надежность ПТК агрегатов и КАСУ СП в целом;
- Масштабируемость и развитие системы;
- Простоту и удобство обслуживания;
- Соответствие утвержденному бюджету проекта.

Выбор технических и программных средств автоматизации, предназначенных для реализации проекта уточняется при разработке Концепции КАСУ СП и при выполнении последующих этапов создания системы.

Подробнее о Аппаратном и программном обеспечении КАСУ СП - **Приложения 4, 5.**

## 2.8 Документация системы

Технический Проект выполняется комплексно согласно «Положению о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г.).

Вся техническая документация по данной работе соответствует документам:

- СНиП11–04–03, утверждённый Минстроем России пост. № 150 от 29.10.2002 г.;
- ГОСТ21.101–97 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- ГОСТ 21.002–81 «Нормоконтроль проектно-сметной документации»;
- ЕСКД, ГОСТы, нормы и правила проектирования, строительства, эксплуатации объектов и сооружений, действующие на предприятиях чёрной металлургии России.

В состав сметной документации входят:

- локальные сметы на все услуги, оборудование, документацию и ПО в соответствии с Техническим заданием;
- объектная смета, включающая все локальные сметы.

Техническая документация поставляется на русском языке в пяти экземплярах на бумажном носителе и одном экземпляре в электронном виде.

При разработке рабочей документации и расчёте стоимости учитывается передача Заказчику исполняемых модулей разработанного программного обеспечения на установочных дисках. Исполнитель по требованию Заказчика предоставляет лицензии на соответствующие виды деятельности. Состав и объем экспертизы определяется специалистами Заказчика. Все технические решения и спецификации согласовываются со специалистами Заказчика.

Техническая документация оборудования поставляется в следующем объеме:

- комплект конструкторской документации на поставляемое оборудование;
- инструкции по монтажу, эксплуатации и ремонту оборудования;
- паспорта, ТУ, каталоги с указанием нормативного срока службы, сведения о сроках и порядке проведения ТОиР и диагностике оборудования;
- алгоритмы расчёта используемых моделей с указанием эмпирических коэффициентов.

Документация по автоматизации выполняется согласно требованиям серии ГОСТ 24 и ГОСТ 34.

Подробнее – см. **Приложение 3**.

## 2.9 План-график проекта

Ориентировочный срок выполнения работ составляет 4,5-6 календарных месяцев с момента поступления на расчетный счет Исполнителя предусмотренной Договором предоплаты по 1-му этапу работ.

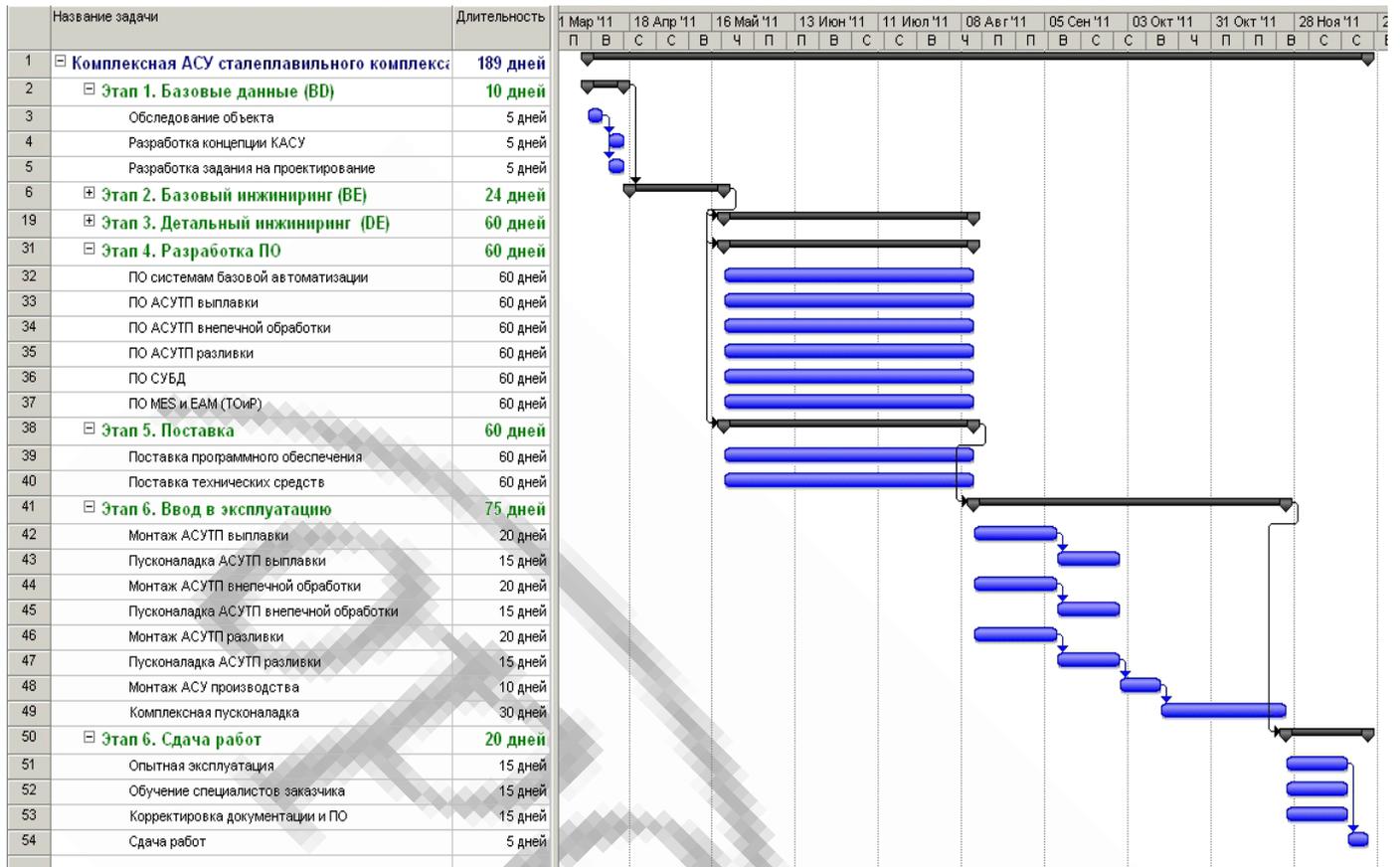


Рисунок. План-график выполнения работ <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> - здесь сроки работ приведены для сталеплавильного комплекса объемом производства до 500 тыс.т/год, в состав технологической цепочки которого входят ДСП, УКП, УВС и сортовая МНЛЗ.

### 3. Коммерческое предложение

Стоимость работ определена исходя из расчетного срока его исполнения \_\_\_ месяцев.

**Таблица. Стоимость работ с разбивкой по видам затрат**

№	Наименование	Кол-во	Стоимость
1.	Оборудование		
2.	Программное обеспечение		
3.	Проектные работы		
4.	Монтажные работы		
5.	Пуско-наладочные работы		
6.	Командировочные расходы		
	<b>Итого:</b>		

Оплата осуществляется поэтапно: 50% стоимости работ по каждому этапу в качестве предоплаты и оставшаяся сумма – в течении 10 дней после подписания Акта приемки работ по этапу (см. таблицу ниже). В случае несвоевременной оплаты Исполнитель вправе приостановить выполнение работ до погашения задолженности.

**Таблица. Стоимость работ с разбивкой по этапам**

Этап	Наименование	Предоплата	Стоимость
1.	Первичный дизайн	50%	
2.	Базовый инжиниринг	50%	
3.	Детальный инжиниринг	50%	
4.	Разработка и поставка ПО	50%	
5.	Поставка оборудования	100%	
6.	Монтаж	50%	
7.	Пуско-наладка	50%	
9.	Обучение специалистов и сдача работ	50%	
	<b>Итого:</b>		

Командировочные расходы оплачиваются по завершении каждого этапа работ на основании представляемого Исполнителем акта в соответствии с данными, приведенными в таблице ниже. Количество командировок согласовывается с Заказчиком при заключении Договора.

**Таблица. Стоимость командировочных расходов**

№	Наименование	___/чел*день	Стоимость
1.	Проезд		
2.	Суточные		
3.	Проживание		
4.	Связь		

#### 3.1 Исключение из обязательств Исполнителя

В обязательства исполнителя при выполнении работ по данному ТКП не входят:

- Проектирование систем управления уровня предприятия (ERP систем и т.д.);
- Иные работы, поставки и услуги, не оговоренные прямым образом в настоящем ТКП.

#### 4. Термины и определения

Термин	Определение
BD	Базовые данные (основной дизайн)
BE	Базовый инжиниринг
BU	Заказчик
COM	Ввод в эксплуатацию
DAQ	Data acquisition, в данном контексте обозначает УСО
DE	Детальный инжиниринг
EAM	Enterprise Asset Management, система управления основными фондами
ED	Executive device, executing mechanism. В данном контексте означает ИМ.
ERE	Монтаж
ERP	Enterprise Resource Planning, Система планирования ресурсов предприятия
MES	Manufacturing Execution System — Система управления производством
PCS	Process Control Systems - в данном контексте системы управления технологическими процессами
SVC	Шеф-наладка
SVE	Шеф-монтаж
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
ДСП	Дуговая сталеплавильная печь
ЗВО	Зона(ы) вторичного охлаждения
ИМ	Исполнительные механизмы
КАСУ	Комплексная автоматизированная система управления
МНЛЗ	Машина непрерывного литья заготовки
ПТК	Программно-технический комплекс
ПО	Программное обеспечение
СП	Сталеплавильное производство
СУБД	Система управления базами данных
ТЗ	Техническое задание
ТКП	Технико-коммерческое предложение
ТОиР	Техническое обслуживание и ремонт
УДМ	Установка доводки металла
УВС	Установка вакуумирования стали
УКП	Установка «Печь-ковш»
УСО	Устройства связи с объектом (автоматизации)