

СИСТЕМА ЗА БЕЗКОНТАКТНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ КООРДИНАТИ НА ТОВАРНИТЕ ПОДВЕСИ КРЪГОВ МОСТОВИ КРАН

РЪКОВОДСТВО ЗА РАБОТА

ЗА СЕРВИЗЕН ПЕРСОНАЛ

СЪДЪРЖАНИЕ

СЪДЪРЖАНИЕ	2
ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА СИСТЕМАТА.....	3
МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ НА СИСТЕМАТА.....	3
СИСТЕМЕН ХАРДУЕР	4
СИСТЕМЕН ПРИЛОЖЕН СОФТУЕР.....	7
ПУСКАНЕ В ЕКСПЛОАТАЦИЯ И ПОДДРЪЖКА НА СИСТЕМАТА	12

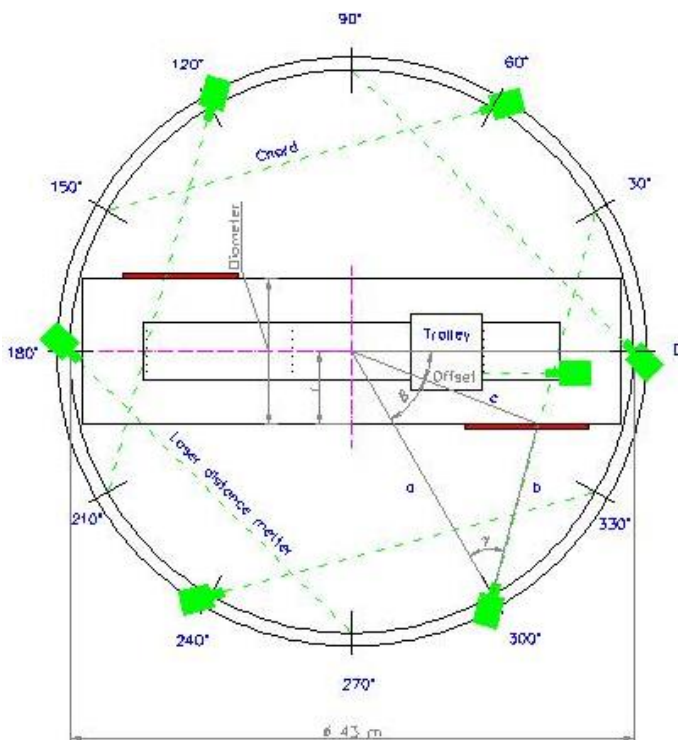
ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА СИСТЕМАТА

Системата за безконтактно определяне на пространствените координати на товарните подвески на мостовия кран с кръгово действие (наричана по-нататък „Системата“) е предназначена за непрекъснато определяне по безконтактен метод на ъгъла на завъртане на моста на крана и на разстоянията от центъра на талигите на товарните асансьори. Въз основа на получените стойности и като се взема предвид действителното разположение на подемниците върху съответната количка, се изчисляват пространствените координати на центровете на товарните подемници.

За безопасното извършване на технологични транспортни операции с помощта на кранови механизми определени зони са определени като забранени за движение. Непрекъснатото определяне на пространствените координати на центровете за повдигане на товари ще позволи да се блокира движението на отделни кранови механизми (мост, колички) с висока точност, когато се достигнат границите на забранените зони.

МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ НА СИСТЕМАТА

За определяне на ъгъла на завъртане на моста на крана се използват 6 лазерни сензора, разположени по периферията на релсовия път на крана на интервали от 60°. От двете страни на фермата на крановия мост се монтират отражателни плочи (с дължина 6 m).



Изображение 1

Като се използват известните данни, например радиусът на релсовия път на крана, размерите на крана, известният ъгъл на завъртане на сензорите (вж. Изображение 1), ъгълът на завъртане на крана се изчислява с помощта на косинусовата теорема.

Първо се изчислява дължината на страната $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab * \cos \gamma}$, къде:

γ – ъгъл на завъртане на лазерния сензор;

a – разстояние от центъра до лазерния сензор;

b – разстояние от лазерния сензор до отразяващата плоча.

След това се изчислява ъгълът на завъртане $\beta = \arccos\left(\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}\right)$.

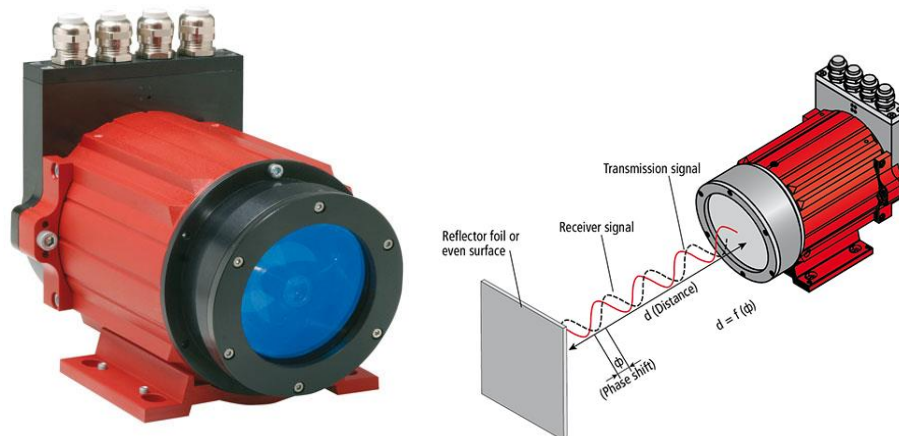
След това се изчислява ъгълът, определен от ширината и завъртането на крана $\text{offset} = \arcsin\left(\frac{r}{c}\right)$, къде: r - половината от ширината на моста на крана.

Полученият ъгъл на люлеене на моста на крана е сумата от ъгъла на люлеене β и offset .

При изчисленията се използват данни от два лазерни сензора, разположени един срещу друг. По време на изчисленията се анализира несъответствието на данните от съответните лазери и се генерира грешка в измерването, ако се превиши определената граница на допустимото отклонение на показанията. За изчисленията на ъглите се използва средната стойност от съответната двойка сензори. При изчисленията винаги се използва една двойка лазери, чиито измервания съответстват на зададения диапазон от стойности.

СИСТЕМЕН ХАРДУЕР

Лазерните далекомири LE200 на TR Electronic се използват като лазерни сензори в системата (вж. Изображение 2).

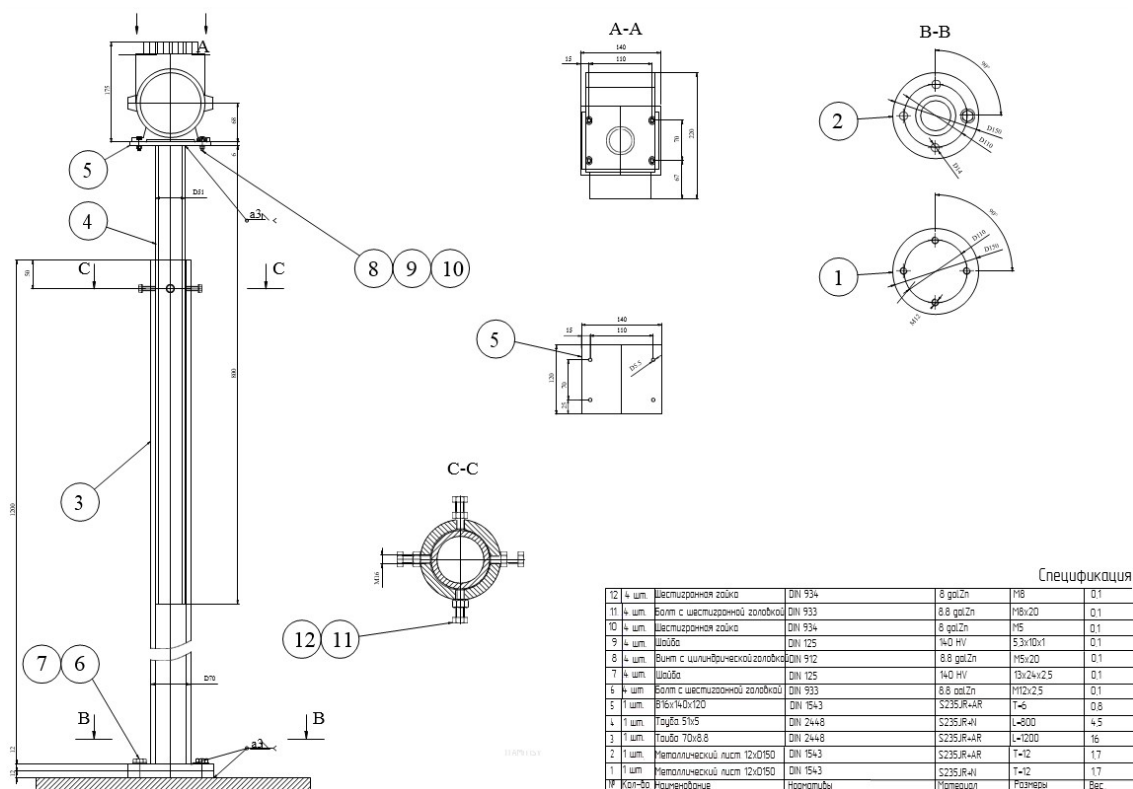


Изображение 2

Основни технически параметри на лазерните далекомири LE200:

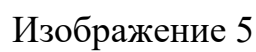
- Откриване на местоположение (включително движещи се цели) до 240 метра с рефлектор;
- Обхват на измерване: 0,2 - 240 м;
- Максимална програмируема разделителна способност: 0,1 мм;
- Точност (стандартна): ± 2 mm;
- Възпроизводимост (макс.): ± 2 mm.

За инсталиране на лазерни сензори се използват стойки с възможност за регулиране на сензорите в различни равнини (вж. Изображение 3).



Изображение 3

Скобите се използват за монтиране на дефлекторните плочи на моста на крана (вж. Изображение 4, 5).



Настройката на лазерните сензори за положение е разделена на два етапа:

- регулиране на вертикалната позиция;
- настройка на ъгъла на завъртане;

Настройката на вертикалната позиция се проверява чрез преминаване на лазерния сензор през отражателната плоча, докато мостът на крана се движи. Лъчът трябва да премине през центъра на рефлекторната плоча без вертикално преместване.

За да се регулира зададеният ъгъл на завъртане на сензорите, е необходимо да се изчисли дължината на хордата при даден ъгъл на завъртане на лазерния сензор. Например, при даден ъгъл от 40° дължината на хордата е 32,94 m. След това, използвайки отразяваща плоча и движейки се по пистата на крана, чрез завъртане на сензора постигаме изчислената стойност. В същото време мостът на крана трябва да се завърти по такъв начин, че да се осигури свободно преминаване на лазерния лъч. Тази настройка се извършва последователно за всички лазерни сензори на моста.

Контролната точка за правилна настройка на мостовите лазерни сензори е непрекъснатата, плавна (без сътресения) промяна на стойността на ъгъла на завъртане при преминаване от едната двойка лазери към другата.

Използва се по един лазерен сензор за всяка количка, за да се определи разстоянието на количката на съответния асансьор от центъра. Сензорите са монтирани на моста, а отражателните плочи са монтирани на количките. За всяка количка се извършва процедура за инициализация (задаване на начално положение) от системата за визуализация. Ако количката се премести извън центъра, показанието за разстоянието ще бъде отрицателно..

СИСТЕМЕН ПРИЛОЖЕН СОФТУЕР

Приложният софтуер на системата представлява набор от програмни блокове и блокове за данни, разработени в средата за програмиране SIMATIC STEP7, както и визуализиращи екрани, създадени в средата за разработка SCADA WinCC. Описанието на функциите на програмните блокове е дадено в Таблица 1.

Таблица 1

Наименование на програмната единица	Описание на изпълняваните функции
Комуникация с лазерни сензори	Преобразува получената информация за разстоянието на лазерния сензор до отразяващата повърхност в метри и управлява комуникацията между софтуерния контролер и сензора
Изчисляване на ъгъла на завъртане от математическия модел	Като се използват известни данни, например радиусът на релсовия път на крана,

	размерите на крана и известният ъгъл на завъртане на сензорите, ъгълът на завъртане на крана се изчислява с помощта на косинусовата теорема. Полученият ъгъл на завъртане се дава в градуси.
Изчисляване на ъгъла на крана без инкрементален енкодер	Контролира се валидността на данните от сензорите. В случай на невалидни стойности на сензора ъгълът на завъртане на крана не се изчислява и се задава бит за невалидност на получения ъгъл на завъртане. След това се анализират измерените разстояния от отделните енкодери. Стойностите от всеки енкодер се сравняват една по една с минималните и максималните стойности. Максималната дължина е произведение от дължината на хордата и коефициент от системата за визуализация (от 0 до 1). Минималната дължина също се задава по същия начин. При тези два интервала ще има интервал, в който трябва да се намират данните от сензора, за да е валидно изчислението. За да се повиши точността, измерванията се извършват с двойка лазерни сензори. За да се изчисли ъгълът на крана, стойностите от двата сензора трябва да се различават с по-малко от определено отклонение от системата за визуализация. Ако разликата е по-голяма от това, ъгълът на крана не се изчислява и се задава бит «Невалиден ъгъл на крана». В противен случай се изчислява средната стойност на данните и след това се изчислява ъгълът, като се използва програмният блок «Изчисляване на ъгъла на крана по математически модел». Изчисленият ъгъл се обработва в зависимост от това в кой интервал се намира кранът. Ако предишната стойност е от същия интервал, данните се преобразуват в зададената стойност на отместване. Ако предишната стойност е била от по-нисък интервал, отместването се увеличава с 60 градуса, а ако предишната стойност е била от по-висок интервал, отместването се намалява с 60 градуса.

Инициране на изчисленията на ъгъла на завъртане	Извиква се при поискване от системата за визуализация. Проверява се валидността на данните от сензорите; ако стойността на някой от сензорите е невалидна, се задава бит за грешка. След това се изчислява дължината на хордата. Изчислението се извършва с помощта на Питагоровата теорема. Произведението на минималния и максималния коефициент с изчислената хорда дава минималната и максималната дължина на сензора, валидни за изчисляване на ъгъла на завъртане. След това се оценява действителният габарит за изчислението. Действителната стойност е между минималната и максималната дължина на сензора. Геометричните размери на крана и минималните и максималните коефициенти се задават от системата за визуализация. Сравняват се стойностите от действителните сензори и разликата трябва да е под максимално допустимото отклонение, зададено от системата за визуализация. Ако разликата е по-голяма от максимално допустимото отклонение, се задава бит за грешка и ъгълът на завиване не се изчислява. Ако стойностите са валидни, се изчислява средната стойност от двойката лазерни сензори и се използва при изчисляването на ъгъла на завиване. С помощта на софтуерния блок «Изчисляване на ъгъла на завъртане от математически модел» се изчислява ъгълът на завъртане и се сравнява със зададената стойност на завъртане от системата за визуализация. Разликата от тези стойности се записва като долна граница на интервала, която се добавя към изчисления ъгъл.
Преобразуване от полярни координати в декартови координати	Изчислява се координатата на дадена точка в пространството: $Y = \sin(\alpha) \cdot c$, $X = \cos(\alpha) \cdot c$, където c е хипотенузата на триъгълника, а α е ъгълът между съседния катет и хипотенузата.

Изчисляване на първоначалното разстояние на количката от центъра	Извиква се при поискване от системата за обработка на изображения. Изчислява се отклонението на количката от центъра, което се определя като разлика между изчисленото разстояние и разстоянието, зададено от системата за визуализация. Преди изчислението се проверява валидността на стойността от лазерния сензор на количката. Ако разстоянието от сензора е невалидно, се задава бит за грешка и изчислението не се извършва.
Изчисляване на абсцисата и ординатата на количката в пространството	Преди изчислението се проверява валидността на данните от лазерния сензор на количката. Ако данните от сензора са невалидни, се задава бит за грешка и изчислението не се извършва. След това изчислението на координатите се анализира за коя от количките. Ако е за първата количка - ъгълът на завъртане на крана се увеличава със 180 градуса. Ако е за втората количка - ъгълът на завъртане на крана остава непроменен. От стойността на разстоянието на лазерния сензор на количката се изважда изчисленото отместване на софтуерния блок «Изчисляване на разстоянието за инициализация на количката от центъра» и се получава разстоянието на количката от центъра. Ако разстоянието е отрицателно, количката се намира зад центъра. В този случай ъгълът на завъртане се увеличава с +180 градуса и координатите се изчисляват, като се използва програмният блок «Преобразуване от полярни координати в декартови координати».
Тест за присъствие в кръговата забранена зона	Определя наличието на възход(и) в кръговата забранена зона. Кръглата зона се определя от нейния център и радиус в съответния блок данни. Определянето на наличието се основава на определянето на разстоянието на центъра на асансьора от центъра на кръговата забранена зона, като се взема предвид маржът на разстоянието,

	свързан със скоростта на движение на механизма, типа на избрания механизъм за работа. Разстоянието се изчислява по следната формула: $D = \sqrt{(X_{\text{действителен}} - X_{\text{зона център}})^2 + (Y_{\text{действителен}} - Y_{\text{зона център}})^2}$ -Дрезерв където: Дрезерв - резервно разстояние. Ако това разстояние е по-малко или равно на радиуса, асансьорът е в забранената зона, ако разстоянието е по-голямо от радиуса, асансьорът не е в забранената зона. Състоянието на блокиране/отблокиране на забранените зони се оценява от системата за визуализация. В случай на отблокиране не се задава бит, който да блокира движението в забранената зона. Изчисляването и оценката се извършват за всички кръгови забранени зони, дефинирани в блока данни. Функцията преминава през отделните структури, описващи отделните забранени зони, една по една. Стандартният брой на кръговите зони е 10 и за да се увеличи този брой, е необходимо да се разшири блокът от данни с допълнителни структури, описващи допълнителни забранени зони.
Правоъгълно изпитване за наличие на забранена зона	Отстранява наличието на издигане(я) в правоъгълната забранена зона. Правоъгълната зона се определя от долния ляв и горния десен ъгъл. Определянето на наличието се основава на сравнение на координатите на възвишението и забранената зона. Определянето на присъствието в зоната се основава на следната формула: подежникът е в забранената зона, ако $X_{\text{повдигане}}$ е между $X_{\text{долен ляв ъгъл}}$ и $X_{\text{горен десен ъгъл}}$, а $Y_{\text{повдигане}}$ е между $Y_{\text{долен ляв ъгъл}}$ и $Y_{\text{горен десен ъгъл}}$. А координатите на правоъгълната зона в изчисленията отчитат разстоянието на складиране. Състоянието на блокиране/отблокиране на забранените зони се оценява от системата за визуализация. В случай на деблокиране не се задава бит за блокиране на движението в

	тази забранена зона. Изчисляването и оценката се извършват за всички кръгови забранени зони, дефинирани в блока данни. Функцията преминава една по една през отделните структури, описващи отделните забранени зони. Стандартният брой на правоъгълните зони е 10 и за да се увеличи този брой, е необходимо да се разшири блокът с данни с допълнителни структури, описващи допълнителни забранени зони.
--	---

ПУСКАНЕ В ЕКСПЛОАТАЦИЯ И ПОДДРЪЖКА НА СИСТЕМАТА

При въвеждане на Системата в експлоатация, както и при включване на крана след рестартиране на контролното оборудване на системата за управление, обслужващият персонал трябва да въведе параметрите, които определят правилното функциониране на Системата.

За да се изчисли ъгълът на завъртане на моста на крана върху визуализацията, трябва да се въведат следните параметри (вж. Изображение 6):

- (1) - радиус на окръжността на релсовия път на крана;
- (3) - ширина на моста на крана;
- (6) - ъгъл на завъртане на лазерните сензори, монтирани по периферията на крановия път.

За да се провери валидността на действителните показания на лазерния сензор и да се определи работният обхват на измерване на визуализацията, трябва да се въведат следните параметри:

- (2) - допустимо отклонение на показанията на лазерните сензори, работещи в двойка;
- (4) - коефициент за максималната допустима стойност на показанията на лазерните сензори за изчисления;
- (5) - коефициент за минимално допустимата стойност на показанията на лазерните сензори за изчисления.

Съобщение: подробности

Инициране и геометрични размери

1	Радиус на обвивката	+21.600	[m]	Завъртане на моста	+0.000	[°]	Инициал.	7
2	Лазерно отклонение	+0.000	[m]	Разстояние на тролея 1	+0.000	[m]	Инициал.	8
	МАХ повдигане 1	+0.000	[m]	Разстояние на тролея 2	+0.000	[m]	Инициал.	9
	МАХ повдигане 2	+0.000	[m]	Височина на повдигане 1	+0.000	[m]	Инициал.	
	МАХ повдигане 3	+0.000	[m]	Височина на повдигане 2	+0.000	[m]	Инициал.	
3	Ширина на крана	+0.000	[m]	Височина на повдигане 3	+0.000	[m]	Инициал.	
4	МАХ лазер	+0.000						
5	MIN лазер	+0.000						
6	Лазерен ъгъл	+0.000	[°]					
	Предварително 320t	+46.100	[N]					
	Предварително 160t	+47.000	[N]					
	Предварително 2*70t	+47.000	[N]					

Изображение 6

За да извършите процедурата за инициализиране на изчисляването на ъгъла на крановия мост, настройте крановия мост на сензорите за нулево положение, въведете първоначалната стойност на ъгъла на крановия мост (0° или 90°) в полето за вход-изход (7) и натиснете бутона «Инициализиране».

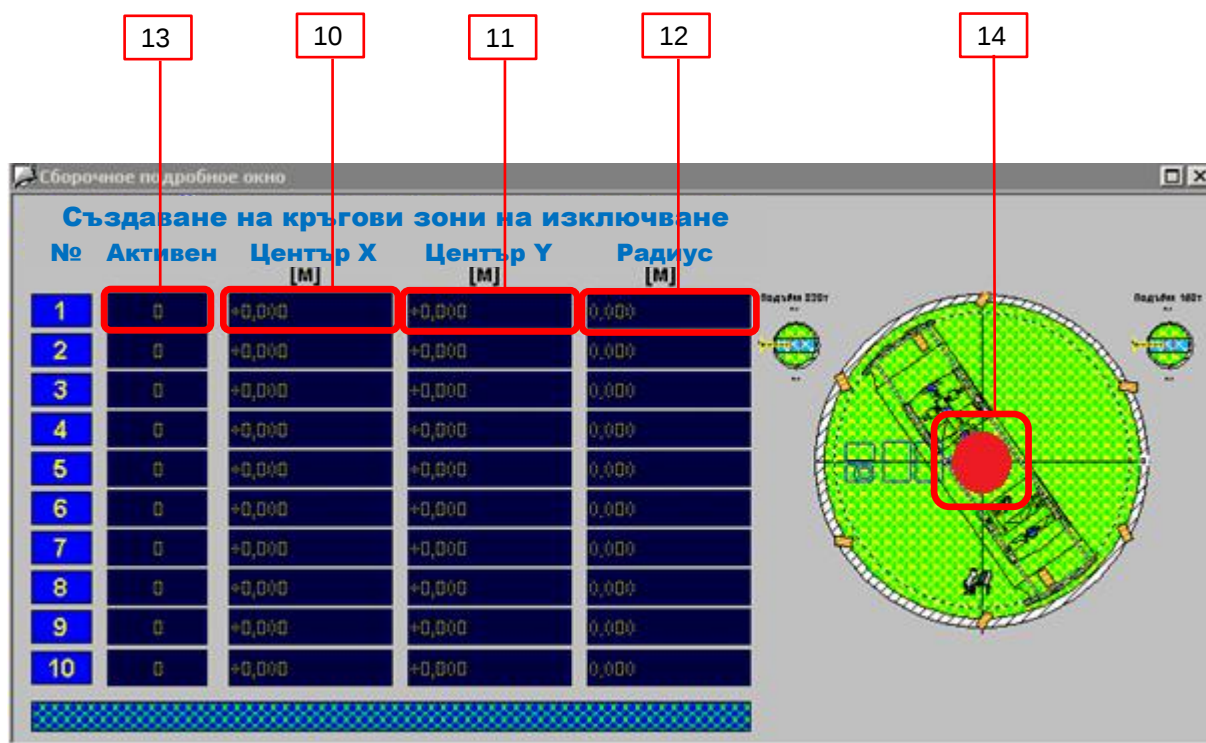
За да извършите процедурата за инициализиране на изчислението на разстоянието на подемната количка 320t от центъра, настройте подемната количка 320t в крайно положение, въведете първоначалната стойност на разстоянието на подемната количка 320t в полето за вход-изход (8) и натиснете бутона «Инициализиране».

За да се изпълни процедурата по инициализиране на изчислението на разстоянието на подемната количка 160t от центъра, е необходимо да се постави подемната количка 160t в крайно положение, да се въведе началната стойност на разстоянието на подемната количка 160t в полето за вход-изход (9) и и натиснете бутона «Инициализиране».

За да се гарантира безопасността по време на технологични транспортни операции с помощта на кранови механизми, могат да се параметризират и активират 10 кръгли и 10 правоъгълни зони на изключване.

За да се параметризира, например, първата кръгова зона на изключване, е необходимо да се зададат координатите на центъра и радиуса на зоната в съответните полета за вход/изход (вж. Изображение 7):

- 10) - X координата на центъра на зоната;
- 11) - координата Y на центъра на зоната;
- 12) - радиус на зоната.



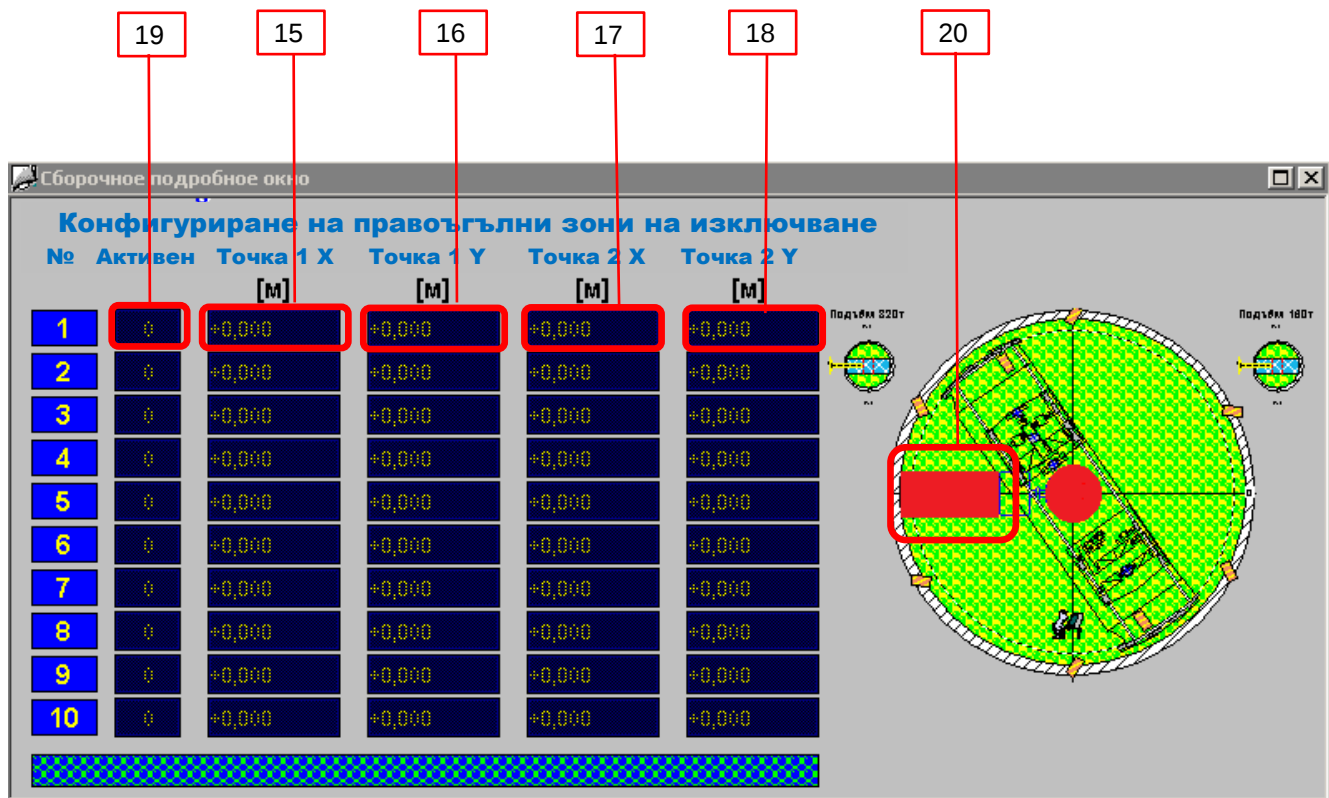
Изображение 7

За да активирате, например, първата кръгова зона на изключване, въведете «1» в полето за въвеждане (13). Изображението (14) на активираната кръгова зона на изключване със зададените параметри ще се появи на визуализацията.

За да се параметризира, например, първата правоъгълна зона на изключване, е необходимо да се зададат координатите на долния ляв ъгъл и горния десен ъгъл на зоната на изключване в съответните полета за въвеждане/извеждане (вж. Изображение 8):

- (15) - Координата X на долния ляв ъгъл на зоната;
- (16) - Y координата на долния ляв ъгъл на зоната;
- (17) - X координата на горния десен ъгъл на зоната;
- (18) - Y координата на горния десен ъгъл на зоната;

За да се активира, например, първата правоъгълна забранена зона, е необходимо да се напише «1» в полето за въвеждане (19). В този случай изображението (20) на активираната правоъгълна забранена зона с посочените параметри ще се появи на визуализацията.



Изображение 8