

«Безопасность жизнедеятельности»

## Лекция № 10

# тема «Система защиты человека от опасных и вредных производственных факторов»

Учебные вопросы:

- 1.Содержание системы защиты. Функции защиты.
- 2.Модель защиты на рабочем месте.
- 3.Модель защиты в технологическом процессе.

Литература: конспект

Самостоятельно изучить:

1. Обобщенная модель защиты

[ 1.2]

**Система защиты** – это комплекс технических средств, организационно-технических и организационных мероприятий, не допускающих, предупреждающих воздействие на человека

# Функции системы защиты на рабочем месте

1. Не допускать проявления мощности источника опасности выше допустимого значения.
2. Предотвращать уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого значения.
3. Не допускать времени опасного воздействия больше допустимого.

4. Предотвращать увеличение мощности источника опасности выше допустимого под воздействием других источников опасности.
5. Предотвращать уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого вследствие воздействия других источников опасности.
6. Предотвращать увеличение времени опасного воздействия выше допустимого вследствие воздействия других источников опасности.

7. Предотвращать увеличение мощности источника выше допустимого вследствие собственных свойств человека.
8. Предотвращать уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого вследствие собственных свойств человека.
9. Предотвращать увеличение времени опасного воздействия больше допустимого вследствие собственных свойств человека.

10. Предотвращать увеличение мощности источника опасности выше допустимого из-за влияния природных факторов.
11. Предотвращать уменьшение расстояния опасного воздействия из-за влияния природных факторов.
12. Предотвращать увеличение времени опасного воздействия из-за природных факторов.

Для технологического процесса  
дополнительно функциями защиты  
являются:

3. Предотвратить проявление мощности источника опасности выше допустимого при переходе от одного рабочего места к другому.
4. Предотвратить уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого при переходе от одного рабочего места к другому.

15. Предотвратить уменьшение времени опасного воздействия меньше допустимого при переходе от одного рабочего места к другому.
16. Предотвратить возрастание мощности источника опасности выше допустимого вследствие влияния других источников опасности при переходе от одного рабочего места к другому.

17. Предотвратить уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого вследствие влияния других источников опасности при переходе от одного рабочего места к другому.

18. Предотвратить увеличение времени опасного воздействия больше допустимого вследствие влияния других источников опасности при переходе от одного рабочего места к другому.

19. Предотвратить увеличение мощности источника опасности выше допустимого вследствие собственных свойств человека при переходе от одного рабочего места к другому.
20. Предотвратить уменьшение расстояния опасного воздействия меньше допустимого вследствие собственных свойств человека при переходе от одного рабочего места к другому.

21. Предотвратить увеличение времени опасного воздействия больше допустимого вследствие собственных свойств человека при переходе от одного рабочего места к другому.
22. Предотвратить изменение параметров источников опасности выше (ниже) допустимых значений вследствие параметров природы при переходе от одного рабочего места к другому.

# Модели систем защиты на рабочем месте

Для того, чтобы определить, какова должна быть система защиты, ее свойства и характеристики, необходимо на этапе проектирования оборудования или технологического процесса смоделировать защиту человека.

Обозначим:

$i, l \in I, i \neq l$  – номер источника опасности,

$j$  – номер рабочего места,

$\varphi_i(t)$  – мощность  $i$ -го источника опасности,

$\rho_i(t)$  – приведенное расстояние опасного воздействия,

$\tau_i(t)$  – время опасного воздействия,

$S_{\text{ч}}$  – собственные свойства человека,

$e$  – свойства природной среды,

$b_i$  – показатель безопасности  $i$  – го источника опасности [1],

$B_j$  – показатель безопасности рабочего места [1],

$Z$  – защита.

Выполнение функций возможно путем ограничения параметров источников опасности  $Z_{\varphi} \cdot \varphi(t)$ ,  $Z_{\rho} \cdot \rho(t)$ ,  $Z_{\tau} \cdot \tau(t)$

Выполнение функций, связанных с обеспечением безопасности при взаимодействии источников опасности, при влиянии свойств человека и среды, возможно **двумя путями.**

**Первый путь** связан с ограничением коэффициентов влияния  $Z_l \left( \frac{\partial \varphi_i(t)}{\partial b_e} \right)$ .

**Другой путь** направлен на ограничение изменений параметров  $\Delta b_e$ ,  $\Delta S^{\dot{}}$ ,  $\Delta e$

Поэтому выполнений функций (1-22) можно представить в виде следующих условий:

$$1. Z_{\varphi} \cdot \varphi(t) - \varphi^{\partial} (\underline{1} \leq 1)$$

$$2. Z_{\rho} \cdot \rho(t) - \rho^{\partial} (\underline{1} \leq 2)$$

$$3. Z_{\tau} \cdot \tau(t) - \tau^{\partial} (\underline{1} \leq 3)$$

$$4. Z_l \left( \frac{\partial \varphi_i(t)}{\partial b_e} \right) \Big|_{\text{или}} 0$$

$$(\cancel{Z}_{l\varphi} \Delta) b_e = 0$$

$$5. Z_l \left( \frac{\partial \rho_i(t)}{\partial b_e} \right) \Big|_{\text{или}} 0$$

$$(\cancel{Z}_{l\rho} \Delta) b_e = 0$$

$$6. Z_l \left( \frac{\partial \tau(t)}{\partial b_e} \right) \Big|_{\text{или}} 0$$

$$(\cancel{Z}_{l\tau} \Delta) b_e = 0$$

$$7. \quad Z_s \left( \frac{\partial \varphi_i(t)}{\partial s^u} \right) \text{ИЮЮ}$$

$$(Z.7)_{S\varphi} \Delta S^{\dot{}} = 0$$

$$8. \quad Z_s \left( \frac{\partial \rho_i(t)}{\partial s^u} \right) \text{ИЮЮ}$$

$$(Z.8)_{S\rho} \Delta S^{\dot{}} = 0$$

$$9. \quad Z_s \left( \frac{\partial \tau_i(t)}{\partial s^u} \right) \text{ИЮЮ}$$

$$(Z.9)_{S\tau} \Delta S^{\dot{}} = 0$$

$$10. Z_e \left( \frac{\partial \tau_i(t)}{\partial e} \right) \Big|_{\bar{e}} = 0 \quad (1.10) \Delta e = 0$$

$$11. Z_e \left( \frac{\partial \rho_i(t)}{\partial e} \right) \Big|_{\bar{e}} = 0 \quad (1.11) \Delta e = 0$$

$$12. Z_e \left( \frac{\partial \tau_i(t)}{\partial e} \right) \Big|_{\bar{e}} = 0 \quad (1.12) \Delta e = 0$$

$$13. \quad Z_S \left( \frac{\partial \varphi_i(t)}{\partial S_{j-1,j}} \right) = 0 \quad (1.13)$$

$$14. \quad Z_S \left( \frac{\partial \rho_i(t)}{\partial S_{j-1,j}} \right) = 0 \quad (1.14)$$

$$15. \quad Z_S \left( \frac{\partial \tau_i(t)}{\partial S_{j-1,j}} \right) = 0 \quad (1.15)$$

16.  $Z_{sl} \left( \frac{\partial^2 \varphi_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_e} \right) \quad (\neq 1.16)$

17.  $Z_{sl} \left( \frac{\partial^2 \rho_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_e} \right) \quad (\neq 1.17)$

18.  $Z_{sl} \left( \frac{\partial^2 \tau_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_e} \right) \quad (\neq 1.18)$

$$19. \quad Z_{S s^u} \left( \frac{\partial^2 \varphi_i(t)}{\partial S_{j-1, j} \cdot \partial s^u} \right) \quad (1.19)$$

$$20. \quad Z_{S s^u} \left( \frac{\partial^2 \rho_i(t)}{\partial S_{j-1, j} \cdot \partial s^u} \right) \quad (1.20)$$

$$21. \quad Z_{S s^u} \left( \frac{\partial^2 \tau_i(t)}{\partial S_{j-1, j} \cdot \partial s^u} \right) \quad (1.21)$$

$$22. \quad Z_{S_e} \left( \frac{\partial^2 \varphi_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e} \right) = (1.22)$$

$$23. \quad Z_{S_e} \left( \frac{\partial^2 \rho_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e} \right) = (1.23)$$

$$24. \quad Z_{S_e} \left( \frac{\partial^2 \tau_i(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e} \right) = (1.24)$$

Рабочее место описывается матрицей вида:

$$\begin{pmatrix} \varphi_1(t) & \rho_1(t) & \tau_1(t) \\ \varphi_2(t) & \rho_2(t) & \tau_2(t) \\ \boxtimes & \boxtimes & (1.25) \boxtimes \\ \varphi_n(t) & \rho_n(t) & \tau_n(t) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \varphi_1^\partial & \rho_1^\partial & \tau_1^\partial \\ \varphi_2^\partial & \rho_2^\partial & \tau_2^\partial \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ \varphi_n^\partial & \rho_n^\partial & \tau_n^\partial \end{pmatrix} \quad (1.26)$$

Опишем защиту от параметров источников опасности в виде матрицы:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{Z}_{\varphi_1} & \mathbf{Z}_{\varphi_2} & \boxtimes & \mathbf{Z}_{\varphi_m} \\ \mathbf{Z}_{\rho_1} & \mathbf{Z}_{\rho_2} & \boxtimes & \mathbf{Z}_{\rho_n} \\ \mathbf{Z}_{\tau_1} & \mathbf{Z}_{\tau_2} & \boxtimes & \mathbf{Z}_{\tau_n} \end{pmatrix} \quad (1.27)$$

Тогда, умножая (1.27) на (1.25) и вычитая (1.26), проверяем выполнение функций (1), (2), (3)

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{\varphi_1} \varphi_1(t) - \varphi_1^\partial & Z_{\rho_1} \rho_1(t) - \rho_1^\partial & Z_{\tau_1} \tau_1(t) - \tau_1^\partial \\ Z_{\varphi_2} \varphi_2(t) - \varphi_2^\partial & Z_{\rho_2} \rho_2(t) - \rho_2^\partial & Z_{\tau_2} \tau_2(t) - \tau_2^\partial \\ \boxtimes & \boxtimes (1.28) & \boxtimes \\ Z_{\varphi_n} \varphi_n(t) - \varphi_n^\partial & Z_{\rho_n} \rho_n(t) - \rho_n^\partial & Z_{\tau_n} \tau_n(t) - \tau_n^\partial \end{array} \right)$$

Если в матрице (1.28) все элементы меньше или равны 0, то защита выполняет свои функции, если же хотя бы 1 элемент больше 0, то защита спроектирована так, что свои функции выполняет не полностью.

Для проверки защиты от взаимовлияния источников опасности необходимо составить матрицы вида:

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{l_2} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial b_2} \right) & Z_{l_2} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial b_2} \right) & Z_{l_2} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial b_2} \right) \\ Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial b_3} \right) & Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial b_3} \right) & Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial b_3} \right) \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial b_n} \right) & Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial b_n} \right) & Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial b_n} \right) \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{ccc}
 Z_{l_1} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial b_1} \right) & Z_{l_1} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial b_1} \right) & Z_{l_1} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial b_1} \right) \\
 Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial b_3} \right) & Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial b_3} \right) & Z_{l_3} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial b_3} \right) \\
 \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\
 Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial b_n} \right) & Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial b_n} \right) & Z_{l_n} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial b_n} \right)
 \end{array} \right)$$

(1.30)

и так далее по всем источникам опасности от 1 до n.

Аналогично строятся матрицы защиты от изменений параметров других источников опасности:

$$\begin{pmatrix} Z_{2\varphi} \cdot \Delta b_2 & Z_{2\rho} \cdot \Delta b_2 & Z_{2\tau} \cdot \Delta b_2 \\ Z_{3\varphi} \cdot \Delta b_3 & Z_{3\rho} \cdot \Delta b_3 & Z_{3\tau} \cdot \Delta b_3 \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{n\varphi} \cdot \Delta b_n & Z_{n\rho} \cdot \Delta b_n & Z_{n\tau} \cdot \Delta b_n \end{pmatrix} \quad (1.32)$$

Матрицы вида (1.32) строятся для всех источников опасности и, аналогично (1.31), строится диагональная блочная матрица.

$$\begin{pmatrix} (1.39) & & 0 \\ & (1.30) & \\ 0 & (1.31) & \boxtimes \dots \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} (1.32) & & 0 \\ & (1.32) & \\ 0 & & \boxtimes \dots \end{pmatrix}$$

Если все элементы в матрице (1.33) равны нулю, то система защиты не допускает изменений других источников опасности и обеспечивает безопасность человека.

Если в матрице (1.31) все элементы равны или меньше нуля, то защита предусматривает предупреждения взаимовлияния источников опасности, и функции (4), (5), (6) выполняются. Если хотя бы один элемент положителен, то система защиты работающих допускает опасное влияние опасных факторов друг на друга.

Аналогично проводится проверка защиты от влияния собственных свойств человека. Строится матрица

$$\left( \begin{array}{ccc} \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial s_1^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial s_1^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial s_1^u} \right) \\ \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial s_2^u} \right) \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial s_p^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial s_2^u} \right) \end{array} \right)$$

(1.34)

$$\left( \begin{array}{ccc} \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial s_1^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial s_1^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_1} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial s_1^u} \right) \\ \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_2} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial s_2^u} \right) \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial s_p^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial s_2^u} \right) & \mathbf{Z}_{s_p} \cdot \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial s_2^u} \right) \end{array} \right) \quad (1.35)$$

и так далее по всем источникам опасности.

Диагональная блочная матрица размером  $n \times n$ , которая отражает свойства защиты от влияния собственных свойств человека аналогична (1.31) и также должна иметь нулевые или отрицательные элементы. Присутствие хотя бы одного положительного элемента говорит об отсутствии защиты от свойств человека.

Аналогично проверяются условия защиты от изменений свойств человека. Строится матрица

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{1S^{\ddagger}\varphi} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{1S^{\ddagger}\rho} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{1S^{\ddagger}\tau} \cdot \Delta S^{\ddagger} \\ Z_{2S^{\ddagger}\varphi} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{2S^{\ddagger}\rho} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{2S^{\ddagger}\tau} \cdot \Delta S^{\ddagger} \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{nS^{\ddagger}\varphi} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{nS^{\ddagger}\rho} \cdot \Delta S^{\ddagger} & Z_{nS^{\ddagger}\tau} \cdot \Delta S^{\ddagger} \end{array} \right) \quad (1.36)$$

Равенство нулю элементов матрицы показывает, что защита от изменений свойств человека обеспечивает безопасность на рабочем месте.

Таким образом проверяются выполнение функций (7), (8), (9).

Таким же образом строится модель защиты от параметров внешней среды.

Строится матрица защиты от параметров среды:

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{e_1} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial e_1} \right) & Z_{e_1} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial e_1} \right) & Z_{e_1} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial e_1} \right) \\ Z_{e_2} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial e_2} \right) & Z_{e_2} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial e_2} \right) & Z_{e_2} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial e_2} \right) \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{e_\beta} \cdot \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial e_\beta} \right) & Z_{e_\beta} \cdot \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial e_\beta} \right) & Z_{e_\beta} \cdot \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial e_\beta} \right) \end{array} \right) \quad (1.37)$$

По этой же схеме строятся матрицы для остальных источников опасности. Эти матрицы становятся блоками диагональной блочной матрицы вида (1.31) для проверки защиты от влияния параметров внешней среды. Все элементы должны быть отрицательными или нулевыми.

Для проверки выполнения условий защиты от изменений параметров природной среды составляется матрица

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{e\varphi_1} \cdot \Delta e_1 & Z_{e\rho_1} \cdot \Delta e_1 & Z_{e\tau_1} \cdot \Delta e_1 \\ Z_{e\varphi_2} \cdot \Delta e_2 & Z_{e\rho_2} \cdot \Delta e_2 & Z_{e\tau_2} \cdot \Delta e_2 \\ \boxtimes & \boxtimes (1.38) & \boxtimes \\ Z_{e\varphi_n} \cdot \Delta e_n & Z_{e\rho_n} \cdot \Delta e_n & Z_{e\tau_n} \cdot \Delta e_n \end{array} \right)$$

Равенство нулю элементов матрицы (1.38) показывает, что защита от изменений параметров природы обеспечивает безопасность человека. В случае, если элементы матрицы ненулевые, то защита не в полной мере обеспечивает безопасность. Таким образом проверяется выполнение функций (10), (11), (12).

# Модели систем защиты в технологическом процессе

$$\left( \begin{array}{ccc}
 Z_{S1} \left( \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \varphi_1^\partial & Z_{S1} \left( \frac{\partial \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \rho_1^\partial & Z_{S1} \left( \frac{\partial \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \tau_1^\partial \\
 Z_{S2} \left( \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \varphi_2^\partial & Z_{S2} \left( \frac{\partial \rho_2(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \rho_2^\partial & Z_{S2} \left( \frac{\partial \tau_2(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \tau_2^\partial \\
 \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\
 Z_{Sn} \left( \frac{\partial \varphi_n(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \varphi_n^\partial & Z_{Sn} \left( \frac{\partial \rho_n(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \rho_n^\partial & Z_{Sn} \left( \frac{\partial \tau_n(t)}{\partial S_{j-1,j}} S_{j-1,j} \right) - \tau_n^\partial
 \end{array} \right)$$

(1.39)

Матрица (1.39) показывает выполнение функций (13), (14), (15). Если элементы матрицы не положительны, можно утверждать, что защита обеспечивает безопасность человека от источников опасности при переходах.

Для оценки взаимовлияния источников опасности при переходах от одного рабочего места к другому (функции защиты (16), (17), (18)) важно добиться, чтобы защита обеспечивала отсутствие такого влияния, т.е. если коэффициенты влияния больше нуля, то защита приводит их к нулю.

Для этого построим блочно-диагональную матрицу, блоками которого будет матрицы следующего вида:

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{Sl_1} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_2} & Z_{Sl_1} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_2} & Z_{Sl_1} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_2} \\ Z_{Sl_2} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_3} & Z_{Sl_2} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_3} & Z_{Sl_2} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_3} \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{Sl_n} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_n} & Z_{Sl_n} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_n} & Z_{Sl_n} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial b_n} \end{array} \right)$$

(1.40)

Блочно-диагональная матрица по всем источникам опасности будет иметь вид (1.31). При неположительных элементах можно утверждать, что система защиты обеспечивает безопасность человека при передвижении между рабочими местами при взаимовлиянии различных источников опасности.

Для оценки защиты при перемещении от собственных свойств человека (функции (19), (20), (21)) построим аналогичную блочно-диагональную матрицу, блоками которого будут матрицы вида:

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{S s_1^u} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_1^u} & Z_{S s_1^u} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_1^u} & Z_{S s_1^u} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_1^u} \\ Z_{S s_2^u} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_2^u} & Z_{S s_2^u} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_2^u} & Z_{S s_2^u} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_2^u} \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{S s_\rho^u} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_\rho^u} & Z_{S s_\rho^u} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_\rho^u} & Z_{S s_\rho^u} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial s_\rho^u} \end{array} \right)$$

(1.41)

При неположительных элементах блочно-диагональной матрицы, блоками которой являются матрицы вида (1.41) по всем свойствам человека можно утверждать, что система защиты обеспечивает безопасность при переходах между рабочими местами от собственных свойств человека.

Наконец, очень важной является защита при переходах от факторов внешней среды (функции (22), (23), (24)). Для ее оценок строится блочно-диагональная матрица, блоками которой будут матрицы вида:

$$\left( \begin{array}{ccc} Z_{Se_1} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_1} & Z_{Se_1} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_1} & Z_{Se_1} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_1} \\ Z_{Se_2} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_2} & Z_{Se_2} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_2} & Z_{Se_2} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_2} \\ \boxtimes & \boxtimes & \boxtimes \\ Z_{Se_\beta} \frac{\partial^2 \varphi_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_\beta} & Z_{Se_\beta} \frac{\partial^2 \rho_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_\beta} & Z_{Se_\beta} \frac{\partial^2 \tau_1(t)}{\partial S_{j-1,j} \cdot \partial e_\beta} \end{array} \right)$$

(1.42)

Общий вид блочно-диагональной матрицы по всем источникам опасности соответствует матрица (1.31). При неположительных членах матрицы можно утверждать, что защита от факторов природной среды при переходах между рабочими местами обеспечения.