

УДК 658.5

Н.Р. ХАРЛАМОВ, студент гр. ТБ-21М (НИУ МИЭТ)
Научный руководитель А.С. РЯБЫШЕНКОВ, д.т.н., профессор (НИУ МИЭТ)
г. Москва

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Основными задачами производственной безопасности промышленного предприятия являются нормализация условий труда для персонала, а также устранение или снижение до допустимых нормативов опасных и вредных производственных факторов. Производственные факторы, исходя из природы их действия, подразделяются на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические [1].

Основными мероприятиями, направленными на нормализацию условий труда, являются [2]:

1. Идентификация опасных и вредных производственных факторов;
2. Анализ и оценка опасных и вредных производственных факторов;
3. Разработка организационных и технических мероприятий, нацеленных на достижение производственной безопасности.

Безопасность технологических процессов в ходе всего цикла их функционирования обеспечивается поддержанием допустимого уровня риска возникновения нештатных ситуаций и опирается на ГОСТ 12.3.002–2014 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования к безопасности» [3].

Во многих сферах производственной деятельности применяются различные методы оценки и анализа производственных рисков технологических процессов, а также идентификации опасностей [4]. В настоящее время наибольшее распространение получил метод «Дельфи». Данный метод позволяет прийти к правильному решению поставленной задачи с помощью группы лиц; он реализуется путем анонимного голосования с применением опросов, заполнением анкет либо интервьюированием. Как правило, «Дельфи» используется в следующих случаях: при выявлении недостатков и нарушений на хозяйственном объекте; при оценивании какого-либо технологического процесса и разработке рекомендаций; при планировании производства и сбыта продукции; также наиболее часто применяется при прогнозировании [5,6].

Основными особенностями метода являются его анонимность и заочность, которые позволяют избежать авторитетного давления опытных участников на остальных опрашиваемых.

Перечислим основные достоинства метода «Дельфи»:

1. Удобство применения;
2. Поддержание выработки независимого мышления;
3. Учет мнения всех экспертов, имеющих прямое отношение к вопросу;
4. Обеспечение объективного изучения вопроса с разных сторон;

Среди основных недостатков данного метода выделим следующие:

1. Стремление к поддержке мнения большинства;
2. Достаточно большое время на обработку результатов опроса;
3. Не всегда верное мнение коллектива.

Данный метод реализуется с помощью следующих последовательных этапов:

1. Определение задачи. Формируются вопросы, на которые необходимо дать ответ;
2. Формирование экспертной группы. Как правило, нечетное количество экспертов (3, 5, 7 человек и т.д.);
3. Проведение первого тура голосования. Выставление оценки в виде численного значения из установленного диапазона. Это значение показывает, насколько объективным или весомым считает свое мнение эксперт. Также требуется обоснование мнения в виде комментария;
4. Анализ данных. Вычисляется среднеарифметическая оценка с учетом ответов всех экспертов;
5. Ознакомление с результатами голосования. Всем участникам голосования рассылаются результаты, с которыми им необходимо ознакомиться, а также изучить ответы и комментарии других экспертов;
6. Проведение второго тура. Повторное голосование с возможностью изменения своего изначального мнения. Свою новую оценку эксперт также должен прокомментировать;
7. Повторный анализ данных. Среднеарифметические оценки формируются заново либо остаются без изменений. При наличии новых установленных экспертных оценок проводится следующий тур. Это происходит до тех пор, пока эксперты не придут к единому мнению.

В общем виде алгоритм применения метода «Дельфи» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Алгоритм применения метода «Дельфи»

Основными источниками возникновения опасных и вредных производственных факторов при ведении основных технологических процессов исследуемого нами предприятия микроэлектроники являются следующие структурные подразделения:

- участок по получению монокристаллов полупроводниковых соединений на основе арсенида галлия и изготовлению борного ангидрида;
- участок по получению монокристаллов полупроводниковых соединений на основе сульфида цинка;
- участок резки монокристаллов, участок приготовления шихты;
- участок жидкофазной эпитаксии;
- участок слива шихты;
- участок шлифовки и полировки пластин;
- участок травления пластин;
- участок фотолитографии.

Для определения и структуризации опасных и вредных производственных факторов среды в основных подразделениях предприятия была сформирована экспертная комиссия в составе 5 человек: специалист по техническому контролю, главный инженер, главный механик, начальник отдела охраны труда и экологии, ведущий эколог.

На исследуемом предприятии применялся метод «Дельфи». Голосование проходило в 3 тура. Оценивание опасных и вредных факторов в виде выявленных нарушений в основных подразделениях предприятия происходило по пятибалльной шкале. Результаты идентификации опасных и вредных производственных факторов с помощью используемого метода, выраженные в среднеарифметических оценках всех экспертов по итогу трёх туров, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты идентификации опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Выявленные нарушения по обнаружению опасных и вредных факторов	Подразделение предприятия, участок	Оценка в баллах
1.	1. Недостаток естественного освещения; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	получения монокристаллов полупроводниковых соединений на основе арсенида галлия и изготовление борного ангидрида	2,65
2.	1. Повышенный уровень вибрации; 2. Повышенные уровни электромагнитных излучений	получения монокристаллов полупроводниковых соединений на основе сульфида цинка	2,74
3.	1. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	резки монокристаллов	1,9
4.	1. Низкие температуры воздуха в рабочей зоне	приготовления шихты	2,2
5.	1. Повышенный уровень вибрации; 2. Низкие температуры воздуха в рабочей зоне; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте	жидкофазной эпитаксии	4,05
6.	1. Отклонение параметров микроклимата от нормативов; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	слива шихты	3,9
7.	1. Отклонение параметров микроклимата от нормативов	шлифовки и полировки пластина	1,8
8.	1. Отклонение параметров микроклимата от нормативов	травления пластин	2,1
9.	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	фотолитографии	2,0

На основании таблицы 1 можно сделать вывод, что наиболее высокие баллы по результатам экспертной оценки получили структурные подразделения, отражённые на рисунке 2.

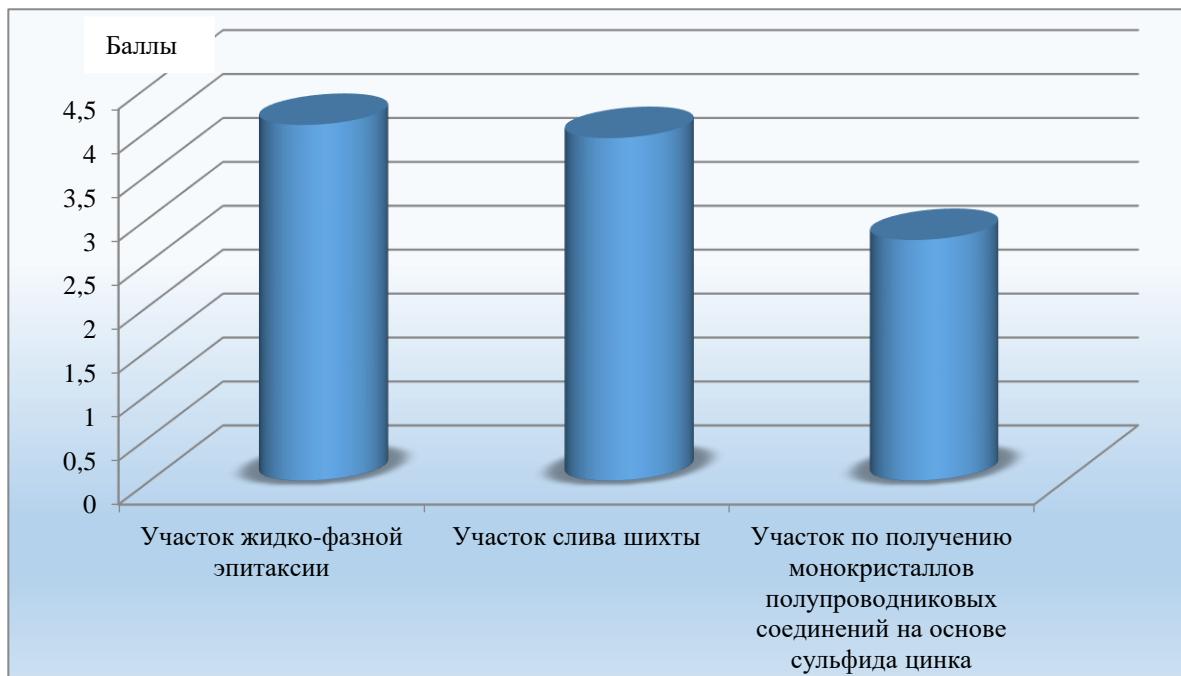


Рисунок 2. Подразделения с наиболее высокими баллами по результатам экспертной оценки

Для устранения выявленных нарушений нормативов опасных и вредных производственных факторов необходимо провести организационно-технические мероприятия. В их числе — пересмотр компоновки прецизионного оборудования внутри помещений; обеспечение требуемых параметров микроклимата (температуры и относительной влажности воздуха) на рабочих местах критичных участков и постоянный их мониторинг; проверка средств индивидуальной защиты персонала; модернизация прецизионного оборудования или полная его замена в случае, если оно не удовлетворяет современным требованиям безопасности труда и санитарно-гигиеническим нормативам.

Список литературы:

1. Захарова И.К. Опасные и вредные производственные факторы // Современные научноемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 14-14; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32383> (дата обращения: 07.02.2022).
2. Каракеян В.И., Харламов Н.Р., Рябышенков А.С. Оценка профессиональных рисков в технологических помещениях на предприятиях микроэлектроники //

- Известия вузов. Электроника. 2021. Т. 26. № 3-4. С. 265-272. DOI: 10.24151/1561-5405-2021-26-3-4-265-272.
3. ГОСТ 12.3.002-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
4. Рябышенков А.С., Каракеян В.И., Никулина И.М., Харламов Н.Р. Обеспечение производственно-экологической безопасности предприятия микроэлектроники // Современные научные исследования. Сборник научных трудов по материалам XXVII Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 16 декабря 2020 г.). [Электронный ресурс]. – Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2020. - С.115-122. ISBN 978-5-95283-474-3
5. Соколов А.В. Российский Дельфи: методы и организация // 7-я Международная научная конференция. Модернизация экономики и общественное развитие: в 3 кн. – 2007. – С. 411-422.
6. Смирнова Ю.А., "Метод Дельфи как инструмент эффективного стратегического планирования и управления // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. – 2015. – № 3-4. – С. 958-963.