

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей и неорганической химии

**Анализ безопасности работы цеха лазерной обработки на  
предприятии ООО «НПП «Инжект»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Ляпина Элоиза Сергеевна

Научный руководитель

доцент, к.х.н.  
должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.В. Пожаров  
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор  
должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.Ю. Горячева  
инициалы, фамилия

Саратов 2023 год

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка и анализ профессионального рисков становится наиважнейшей задачей, от решения которой будет зависеть дальнейшее совершенствование системы охраны труда и здоровья работников на производстве. При решении этой проблемы необходимо четко представлять сущность технологических процессов, меры по усовершенствованию условий труда на рабочем месте и ликвидации различных факторов, которые негативно сказываются на работниках.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Инжект».

*Актуальность* бакалаврской работы обусловлена тем, что в современных условиях развитие промышленных производств неизбежно приводит к увеличению аварийных ситуаций, тем самым повышается риск для работников. Поэтому нужно использовать научно-обоснованные мероприятия для обеспечения безопасности людей. Основные меры управления промышленной безопасностью – это анализ опасности и оценка риска аварий, которые количественно позволяют определить потенциальную опасность производственного объекта.

*Целью бакалаврской работы* анализ безопасности работы цеха лазерной обработки на исследуемом объекте.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать имеющуюся нормативно-техническую документацию предприятия;
- рассчитать предельно-допустимый уровень параметров риска на исследуемом объекте с учетом его характеристик;
- дать оценку уровню вредности и опасности работы;

- изучить потенциальные аварийные ситуации на объекте и разработать мероприятия по их предотвращению и устранению их последствий;

- сформулировать перечень мероприятий по снижению негативных последствий вредных производственных факторов и профессиональных рисков на предприятии.

## **Раздел 1 Характеристика объекта с массовым пребыванием людей ООО «НПП «Инжект»**

ООО «Научно-производственное предприятие «Инжект» является одним из ведущих предприятий России, которое проводит исследования и разработки критических микроэлектронных лазерных технологий и серийно выпускает высокотехнологичную продукцию мирового технического уровня. Предприятие ведет свою деятельность на рынке полупроводниковых лазерных технологий с 1973 года.

Продукция - полупроводниковые лазеры, излучатели, суперлюминесцентные диоды, фотоприёмники, также высокомоощные системы диодной накачки лазеров, микро-оптические элементы и др [1].

Область применения лазерных источников:

- Гравировка по пластику, окрашенным поверхностям и дереву.
- Резка пористых легкоплавких материалов.
- Легирование поверхностей деталей.
- Поверхностное термоупрочнение деталей из различных материалов и сплавов.

Организация труда работников Службы предусматривает регламентацию их должностных обязанностей, закрепление за каждым из них определенных функций по охране труда в подразделениях организации в соответствии с их должностными инструкциями.

Рабочие места работников Службы организованы в отдельном помещении, обеспеченные современной оргтехникой, техническими средствами связи и оборудованы для приема посетителей.

Для осуществления ряда функций Службы (проведение обучения, инструктажа, семинаров, лекций, выставок) имеется кабинет по охране труда, оснащенный необходимой нормативной правовой и справочной литературой по охране труда [2].

## **Раздел 2 Анализ потенциальной опасности объекта**

Опасность - это явления, процессы, объекты и свойства предметов, которые способны в определенных условиях нанести ущерб здоровью населения или окружающей природной среде. Источниками опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия персонала [3].

На предприятии «Инжект» Службой охраны труда создан план мероприятий по управлению профессиональным рисками. Данный документ является обязательным и составляется работодателем. В нем рассматриваются меры управления профессиональными рисками, уровень значения того или иного риска.

### **2.1 Вредные и опасные факторы на рабочем месте**

Основная опасность для рабочего персонала возникает при эксплуатации лазерного станка, т.к. от формирующегося лазера распространяется прямое и рассеянное лазерное излучение. Рассеянное излучение вредно в той же мере, что и прямое.

При эксплуатации лазерных станков могут наблюдаются такие опасные и вредные факторы, как:

- повышенная яркость света;
- высокий уровень шума;
- высокий уровень вибрации;
- высокое напряжение в электрической цепи;

- инфракрасное излучение;
- световое излучение;
- ионизирующее излучение;
- электромагнитные поля ВЧ- и СВЧ- диапазона;
- выделение большого количества тепла;
- токсичность веществ, которые применяются при эксплуатации лазерной установки;
- запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны продуктами взаимодействия лазерного луча.

Наибольшую опасность излучение лазера представляет для органов зрения человека. Травмирование вызывается разным излучением - прямым, рассеянным или отраженным лазерным излучением. В зависимости от выходной мощности, времени воздействия, а также от длины волны, лазерное излучение может оказать разные повреждения органов зрения. Помимо органов зрения, опасности подвергаются и органы дыхания. При резке или сварке металлов могут образовываться пары тяжелых металлов, которые впоследствии приводят к ухудшению состояния здоровья. В целях защиты от вредных испарений к лазерной установке должна подходить система вытяжной вентиляции помещения.

Еще одна опасность предприятия - это движущиеся элементы лазерных станков. Они способны нанести травмы работающему персоналу, если не соблюдается техника безопасности.

## **2.2 Меры по минимизации опасностей на предприятии**

Для отработки практических навыков и действий в условиях аварийной ситуации ООО НПП «Инжект» проводит учебно-тренировочные занятия (в соответствии с планом ликвидации аварий) с записью в журнале с оценкой каждого работника. С учетом специфики производства занятия проводятся с различной периодичностью, определенной в правилах безопасности для данной отрасли. Другим, не менее важным аспектом готовности организации к действиям при аварии является обязательное доведение до сведения всех

подрядчиков, выполняющих работы в условиях действующего производства, порядка их действий в случае аварийной ситуации. Реализация этого требования, необходимого для обеспечения безопасности работников подрядчика, может быть возложена либо на отдел охраны труда (в рамках проведения вводного инструктажа), либо на руководителей структурных подразделений (площадок, участков), на территории которых трудятся работники подрядных и субподрядных организаций.

В случае аварий и инцидентов все работники (включая работников подрядчиков) действуют в соответствии с планом ликвидации аварий, разработанным для каждого конкретного производственного участка и конкретной аварийной ситуации [4].

### Раздел 3 Расчётная часть

#### 3.1 Расчёт предельно-допустимого уровня лазерного излучения

Одним из основных физических опасных и вредных производственных факторов является лазерное излучение. Исходя из характеристик лазерной установки, можно провести расчет предельно допустимого уровня энергетической экспозиции лазерного излучения и в соответствии с СанПиНом 5804-91 определить класс опасности станка [5].

Таблица 1 - Расчет предельно-допустимых значений лазерного излучения

Характеристика	Расчетная формула	Результат расчета	Единица измерения
Предельно допустимое значение энергетической экспозиции лазерного излучения	$H_{\text{ПДУ}} = E_{\text{ПДУ}} * t$	30000	Вт
Предельно допустимый уровень энергии лазерного излучения	$H_{\text{ПДУ}} = \frac{W_{\text{ПДУ}}}{S_a}$	300000	Дж
Предельно допустимый уровень мощности	$P_{\text{ПДУ}} = \frac{H_{\text{ПДУ}}}{S_a}$	300000	Вт

Согласно результатам расчета, станок соответствует 4-му классу опасности. Данный станок является источником невидимого лазерного излучения с длиной волны 1080 нм и мощностью излучения выше 1000 Вт. Прямое или рассеянное излучение такой мощности при попадании в глаза или на кожу может привести к серьезным травмам. Необходимо пользоваться средствами защиты.

### 3.2 Анализ показателей микроклимата

Параметры микроклимата непосредственно влияют на организм человека, поэтому важно, чтобы для сотрудников были созданы не только безопасные условия труда, но и поддерживался оптимальный уровень температуры, производственного шума, влажности и др. параметров. Согласно санитарно-эпидемиологической норме, уровень производственного шума должен составлять 80 дБ.

В таблице 2 указаны значения санитарных норм параметров в соответствии с СН 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям труда», результаты измерений уровня шума в рабочей зоне, а также насколько отклоняются параметры от норм [6].

Нормативные значения температуры рабочей зоны установлены в стандарте. Результаты измерения и отклонения от нормы также приведены в таблице.

Таблица - 2 Результаты измерений параметров

<i>Уровень производственного шума</i>			
Санитарная норма в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96, дБ		Результат измерений, дБ	Отклонения, дБ
55-80		120	40
<i>Температурный режим</i>			
Период	Санитарная норма в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16, °С	Результат измерений, °С	Отклонения, °С
Зимний	16-20	15	-1
Летний	18-22	27-33	+5-11

Таким образом, показатель производственного шума и температурный режим не соответствуют установленным санитарным нормам. Выявленные обстоятельства являются причиной уменьшения производительности труда персонала. Для устранения выявленных отклонений необходимо разработать комплекс мероприятий.

### 3.3 Оценка уровня вредности и опасности труда

При оценке уровня вредности и опасности учитывают показатели, характеризующие санитарно-гигиенические условия труда, оценивают отклонения фактических параметров на рабочем месте от санитарных норм, приведенных в СанПиН 1.2.3685-21 [7].

Таблица 3 - Расчет уровня вредности и опасности труда

Характеристика	Расчетная формула	Фактическое значение, $P_{\text{факт}}$	Санитарная норма в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, $N_{\text{сан}}$	Рассчитанные значения
Производственный шум	$\alpha = \frac{P_{\text{факт}}}{N_{\text{сан}}}$	120 дБ	80 дБ	1,50
Содержание хрома в воздухе рабочей зоны	$\alpha = \frac{P_{\text{факт}}}{N_{\text{сан}}}$	0,0025 мг/м <sup>3</sup>	0,0015 мг/м <sup>3</sup>	1,67
Содержание этанола в воздухе рабочей зоны	$\alpha = \frac{P_{\text{факт}}}{N_{\text{сан}}}$	5,25 мг/м <sup>3</sup>	5 мг/м <sup>3</sup>	1,05
Освещенность рабочей зоны	$\alpha = \frac{N_{\text{сан}}}{P_{\text{факт}}}$	1200 люкс	1500 люкс	0,8

По данным замеров установлены следующие уровни вредных производственных параметров на рабочем месте оператора станка ПУ. По результатам расчетов выявлены отклонения фактических значений от

санитарных норм, поэтому условия труда по уровню шума, содержания хрома и этанола в воздухе рабочей зоны являются вредными, но по освещенности, условия считаются допустимыми. Данные несоответствия являются производственными факторами риска и требуют исправления.

#### **Раздел 4 Способы защиты работников организации от опасностей, возникающих при ЧС**

Средствами предупреждения несчастных случаев являются:

- средства коллективной и индивидуальной защиты;
- средства сигнализации (пожарной сигнализации);
- знаки безопасности (схема эвакуации из здания при пожаре, знаки запасных выходов, маркировка напряжения электроарматуры, высокое напряжение и др.) [8].

##### **4.1 Индивидуальные и коллективные средства защиты работающих предприятия**

Средства индивидуальной (СИЗ) и коллективной защиты (СКЗ) - это предметы и оборудование, которые используются с целью предотвращения максимального снижения уровня воздействия негативных факторов на каждого сотрудника и весь трудовой коллектив в целом.

В качестве СКЗ на предприятии используются:

- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- устройства защитного заземления;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства дистанционного управления;
- устройства автоматического отключения;
- молниеотводы и разрядники;
- предохранительные устройства;
- оградительные устройства, включая экраны, щиты, смотровые окна, световоды, перегородки, камеры, кожухи и др.

Когда СИЗ не могут обезопасить от опасностей работников, применяются СИЗ. К ним относятся специальная защитная одежда, ботинки, кожаные тапочки с металлической подошвой, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные, противошумные вкладыши, противошумные наушники, респираторы, самоспасатели

## **Раздел 5 Набор мероприятий по улучшению условий труда**

Обязательным условием безопасности труда является также проведение периодических медицинских осмотров. Они обеспечивают наблюдение за состоянием здоровья работающих. Организация новых и улучшение имеющихся вентиляционных систем в производственных помещениях, установок кондиционирования воздуха и пылегазоулавливающих установок необходимы для поддержания микроклимата и нормального теплового режима, а также чистоты воздуха в рабочих помещениях.

Рекомендуется провести реконструкцию имеющихся мест отдыха для работающих, организацию помещений и комнат отдыха. Снабжение санитарно-бытовых помещений [9].

Совершенствование имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов. А также обеспечение хранения средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Внедрение устройств автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В бакалаврской работе на основании исследования существующего состояния охраны труда в ООО «НПП «Инжект» был проведен анализ безопасности научно предприятия, предложены меры по защите работников от вредных производственных факторов и по обеспечению промышленной безопасности.

Получено представление об организационной и производственной структуре предприятия. Изучена информация об эксплуатации оборудования,

правилах и нормах по охране труда, промышленной безопасности, а также пожарной безопасности объекта.

Проанализирована нормативно-правовая база в области промышленной безопасности.

Произведен расчет предельно-допустимого уровня лазерного излучения, произведен анализ показателей микроклимата (температурный режим, производственный шум), а оценили уровень вредности и опасности труда.

Рассмотрены методы защиты персонала от производственных опасностей и порядок проведения локализации и ликвидации аварий.

Разработаны и сформированы мероприятия по улучшению условий труда персонала предприятия.

В ходе работы сделан вывод о том, что система управления охраной труда на ООО «НПП «Инжект» на должном уровне. Систематическая оценка риска позволяет регулярно следить за динамикой профессиональных заболеваний на предприятии, а также вести активную политику в сфере сохранения здоровья рабочих.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. . Офиц. сайт: ООО «Научно-производственное предприятие «Инжект» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://nppinject.ru/> (дата обращения: 28.01.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

2. ГОСТ 12.0.230-2007 «ССБТ Системы управления охраной труда. Общие требования» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 09.02.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

3. Солопова В.А. Потенциальные опасности и вредности производственных процессов / В.А. Солопова, В.Д. Баширов // Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2019 - 33 с.

4. Приказ Минтруда России № 796 от 28.12.2021 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/728029758> (дата обращения: 20.02.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

5. СанПин 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://legalacts.ru/doc/sanitarnye-normy-i-pravila-ustroistva-i-ekspluatatsii/> (дата обращения: 16.03.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

6. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения: 16.03.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 28.01.2021 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 20.03.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

8. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/727688582/titles/7D20K3> (дата обращения: 25.03.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.

9. СНиП 2.09.04-87 «Строительные нормы и правила Российской Федерации» // [Электронный ресурс] [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200093?section=text> (дата обращения: 12.04.2023). Загл. с экрана. Яз. рус.