

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № ____

решение диссертационного совета от 17.06.2025 № 5

О присуждении Ильину Егору Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование воздушного режима чистых помещений фармацевтических производств» по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение принята к защите 07.04.2025, протокол заседания № 4, диссертационным советом 24.2.380.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, почтовый индекс 190005, адрес организации г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 ноября 2012 года №717/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 года №590/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2017 года №124/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30 января 2019 года №37/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27 января 2020 года № 35/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 ноября 2020 года №681/нк,

приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 сентября 2021 года №968/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27 ноября 2023 года №2153/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 сентября 2025 года № 889/нк.

Соискатель Ильин Егор Александрович «03» мая 1998 года рождения.

В 2020 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», присвоена квалификация «Бакалавр».

В 2022 году окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», направленность (профиль) образовательной программы – «Теплогазоснабжение и вентиляция», присвоена квалификация «Магистр».

В 2025 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по научной специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Работает экспертом-консультантом сектора подготовки мероприятий Законодательного Собрания Санкт-Петербурга управления организационного обеспечения Аппарата Законодательного Собрания Санкт-Петербурга с 7 сентября 2023 года по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре «Теплогазоснабжения и вентиляции» в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Уляшева Вера Михайловна, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет», кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, профессор.

Официальные оппоненты:

Аверкова Ольга Александровна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», кафедра «Теплогазоснабжения и вентиляции», профессор;

Литвинова Наталья Анатольевна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», кафедра «Техносферной безопасности», профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, в своем положительном отзыве, подписанном Колосовым Александром Ивановичем (кандидат технических наук, доцент, кафедра «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело», и.о. заведующего кафедрой), и утвержденном Башкировым Алексеем Викторовичем (доктор технических наук, доцент, проректор по науке и инновациям) указала, что диссертационная работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Вопросы, решенные диссертантом в работе, имеют существенное значение для развития области вентиляции чистых помещений фармацевтических производств. Диссертация написана литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изм. От 11.09.21 №1539), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Ильин Егор Александрович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 1 статья в издании, входящем в базу SCOPUS.

Работы, опубликованные в ведущих научных рецензируемых изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:

1. Ильин, Е.А. Воздействие активированной приточной струи на процесс изготовления твердых лекарственных форм (ТЛФ) [Электронный ресурс] / Е.А. Ильин // Инновации и инвестиции. – 2025. – №2. – С. 439 – 443. – Режим доступа: <https://goo.su/bvMakNZ>.

2. Ильин, Е.А. Взаимодействие активированной струи и фармацевтического гранулятора // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2024. – №12. – С. 47-57. – Режим доступа: <https://goo.su/LJWIxM>.

3. Ильин, Е.А. Численное моделирование воздушного режима «чистого помещения» фармацевтического производства [Текст] / Е.А. Ильин, В.М. Уляшева // Материалы VI международной научно-практической конференции «Методология безопасности среды жизнедеятельности 2023». Специальный выпуск. – 2023. – S1. – С. 300–306. – Режим доступа: <https://goo.su/o2ez3>.

Работа, опубликованная в издании, индексируемом в международной базе научного цитирования Scopus:

4. Ilin E.A., Grimitlin A.M. Clean-Room Class D Air Distributor Performance Evaluation: Case Study of RTC Polisan // Proceedings of ECSF 2021 Engineering, Construction, and Infrastructure Solutions for Innovative Medicine Facilities. 2021. Pp. 111-122. DOI: 10.1007/978-3-030-99877-6_13. – Режим доступа: <https://goo.su/aLm1K>.

Работы, опубликованные в других изданиях:

5. Ильин Е.А. Исследование скорости активированной струи у

поверхности фармацевтического гранулятора // Сборник докладов Всероссийской конференции по теплогазоснабжению и вентиляции, посвященной 70-летию со дня образования БГТУ им. В. Г. Шухова [Электронный ресурс] / под ред. А.С. Семиненко – Белгород: БГТУ, 2024. С. 11 – 16. – Режим доступа: <https://goo.su/KJXV>.

На автореферат поступили отзывы:

1) ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ, декан строительного факультета, доктор технических наук, профессор **Калашников Михаил Петрович**, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция и управление недвижимостью», кандидат технических наук, доцент **Аюрова Оюна Бадмацыреновна**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– учитывается ли при моделировании аэродинамических процессов влияние оператора, обслуживающего гранулятор?

– из автореферата неясно, учитывается ли температурный режим помещения при осуществлении экспериментальных исследований и обработке данных?

2) ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и инженерные системы в строительстве», доктор технических наук, профессор **Цветков Николай Александрович**, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и инженерные системы в строительстве», кандидат физико-математических наук, доцент **Толстых Александр Витальевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– при описании численной модели в автореферате не приведены основные характеристики численных подходов, применяемых в программе StarCCM+, для реализации математических моделей турбулентного течения двухфазного потока в рамках k-ε модели, представлена скорее геометрическая

схема элементов в расчетной области. Поэтому использование термина «численная модель» является не совсем корректным;

- не совсем понятен физический смысл формулы (12) для оценки коэффициента улавливания гранулятора, т.к. при предельном увеличении расстояния от гранулятора до воздухораспределителя и, соответственно, постоянной относительной скорости всасывания (при отсутствии влияния приточной струи) коэффициент улавливания стремится к единице, т.е. достигает максимальных значений. Скорее всего в формуле не учтено максимальное расстояние от воздухораспределителя, при котором становится не существенным стабилизирующее влияние приточной струи.

3) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение», доктор технических наук, профессор **Кочев Алексей Геннадьевич**, доцент кафедры «Теплогазоснабжение», доцент **Соколов Михаил Михайлович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- следовало бы подробнее представить информацию о возможности использования полученных данных k-ε модели турбулентности;

- на 13 странице дается ссылка на не представленный в автореферате рисунок, либо имеет место опечатка.

4) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», доцент кафедры «Энергоснабжение, теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция», кандидат технических наук **Усадский Денис Геннадиевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- Разработанные рекомендации для проектирования и монтажа подобных объектов выполнены для исследуемого объекта или могут быть использованы для подобных объектов? Предполагается ли публикация рекомендаций в виде, например, стандарта организации?

- из автореферата неясно, за счет чего получен экономический эффект.

5) ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», кандидат технических наук, доцент **Белова Елена Михайловна**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- в представленной в автореферате регрессионной зависимости 1 отсутствует расшифровка функции отклика y ;
- не обоснован выбор опытного значения показателя степени n в формуле 12.

6) ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, профессор кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем, доктор технических наук, профессор **Ежов Владимир Сергеевич**, доцент кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем, и.о. декана факультета энергетических систем, кандидат технических наук, доцент **Семичева Наталья Евгеньевна**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- не совсем ясно, почему приведены графики изменения турбулентной вязкости вместо поля результирующего давления (особенно, с учетом изотермичности струй) – рис. 5-6;
- на рис.8 (в, г) не совсем ясно, зачем показана шкала x/h от 0 до 0,7, поскольку там идет простое совпадение, равное 1;
- из автореферата не совсем ясно, какая разница между фотографией лабораторной установки и «фотофиксацией лабораторной установки» (рис. 9, а).

7) ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», доцент кафедры «Урбанистика и инженерные системы», кандидат технических наук, доцент **Старкова Лариса Геннадьевна**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– в п.3 непонятно как получена формула (6) для определения коэффициента затухания скорости m . Необходимо дать комментарии по выводу данной формулы, т.к. это одно из основных характеристик приточной струи.

8) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, институт «Академия строительства и архитектуры», заведующий кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения им. академика Б.И. Боровского, доктор технических наук, профессор **Федюшко Юрий Михайлович**, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения им. академика Б.И. Боровского, кандидат технических наук (специальность 05.26.01 – Охрана труда) **Голышев Андрей Александрович**

Отзыв положительный, имеются замечания:

– целесообразно было бы определить оптимальные значения расходов приточного и вытяжного воздуха из диапазонов указанных минимальных и максимальных значений;

– в общих выводах отмечено повышение эффективности общеобменной вентиляции на 15 % при использовании активированного отсоса. В чем конкретно выражается повышение эффективности?

9) ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», кандидат технических наук, доцент **Зеленцов Данила Владимирович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– на стр. 9 в пояснении к рис. 2а говорится, что расчетная сетка дана при расположении технологического отсоса над воздухораспределителем, тогда как фактически отсос размещается под ним;

– на стр. 15 на рис. 9б неверно указано направление движения воздуха в вытяжном канальном вентиляторе (поз. 1).

10) ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», заведующий кафедрой строительства и архитектуры, кандидат технических наук, доцент **Киборт Иван Дмитриевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- из автореферата неясен характер распределения скорости на рис.11 (окончание);
- на рисунке 3 плохо читается информация.

11) ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент кафедры теплогазоводоснабжения, кандидат технических наук, доцент **Павлов Михаил Васильевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- в диссертационной работе недостаточно подробно рассмотрено влияние внешних факторов, таких как колебание температуры окружающей среды, влажности и возможные локальные завихрения, на эффективность функционирования системы «приточная струя – технологический отсос», что снижает универсальность полученных рекомендаций;
- обоснование выбора используемой модели турбулентности (k-ε) выполнено без сопоставления с альтернативными моделями, что не позволяет убедительно оценить ее наилучшее соответствие задачам численного моделирования исследуемого аэродинамического взаимодействия.

12) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», кандидат технических наук, доцент **Морозов Антон Юрьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- на стр.16 автореферата приведена регрессионная зависимость (формула 1), учитывающая, в том числе, « $\bar{g}$ - количество засыпаемого порошка, г/с». Возможно, для величины, измеряемой отношением единицы

массы материала к единице времени, более корректно было бы использовать термин «расход материала»;

– ряд авторов (в том числе В.В. Батурин) отмечали, что приточные струи могут вызывать выбивание загрязненного воздуха из местных отсосов, тем самым снижая их эффективность. Рассматривалась ли автором возможность создания подобного обратного негативного эффекта от применения приточной струи? При каких условиях это возможно?

– чем обусловлен ожидаемый экономический эффект от использования исследуемой автором активирующей приточной струи (вывод 15, стр.24 автореферата).

13) ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», доктор технических наук, профессор **Аверкин Александр Григорьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– отсутствует информация о физико-химических свойствах частиц, входящих в лекарственный порошок;

– непонятно, каким образом обеспечивалась изотермичность воздушной струи?

– отсутствует информация о воспроизводимости экспериментов на основе дисперсионного анализа;

– для кандидатской диссертации завышено количество общих выводов (часть из них можно было объединить), также в автореферате завышено количество рисунков.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, наличием опубликованных статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также способностью определить научную и практическую значимость исследования, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно обоснованные технологические решения, способствующие повышению эффективности улавливания порошкообразных лекарственных препаратов при изготовлении твердых лекарственных форм, способствующие снижению потерь сырья и запыленности рабочей зоны помещения. Предложена установка технологического отсоса (гранулятора), активированного соосной изотермической приточной струей;

предложена гипотеза: использование изотермической приточной струи для обеспечения стабильного потока порошкообразного лекарственного препарата на входе в гранулятор снижает потери лекарственного препарата и запыленность рабочей зоны помещения;

доказана адекватность применения граничных условий и модели турбулентности $k-\epsilon$ при разработке численной модели взаимодействия изотермической приточной струи с открытым технологическим отсосом (гранулятором) при их соосном расположении путем сравнения результатов численного моделирования, лабораторного эксперимента и инженерного расчета;

введены: экспериментальная зависимость кинематического коэффициента для приточной струи в пределах основного участка по результатам численного моделирования; зависимость относительной осевой скорости от относительной координаты, идентичная результатам расчетов других авторов, численного моделирования и инженерного метода расчета; регрессионная зависимость скорости пылевоздушного потока на уровне загрузки лекарственного порошка от расхода воздуха в приточной струе, высоты установки воздухораспределителя и расхода засыпаемого порошка; зависимость коэффициента, включающего в безразмерном виде факторы, влияющие на развитие струйного течения в основном участке струи при соосном расположении системы струя - активированный отсос; зависимость коэффициента эффективности улавливания технологического отсоса

(гранулятора), активированного приточной струей, от относительной скорости всасывания и относительного расстояния от воздухораспределителя.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, устанавливающие зависимости параметров приточной струи при взаимодействии с технологическим отсосом (гранулятором). Разработана численная модель с использованием k - ε модели турбулентности для чистого помещения с технологическим отсосом (гранулятором), активированным приточной струей;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования и стандартных методик, который позволил определить особенности взаимодействия изотермической приточной струи с технологическим отсосом (гранулятором) и установить эффективность улавливания мелкодисперсной пыли для снижения потерь лекарственного препарата и запыленности рабочей зоны;

изложены: методика построения численной модели процесса взаимодействия приточной струи и технологического отсоса (гранулятора), применяемого в лабораторной установке, и методы получения закономерностей начального и основного участков изотермической приточной струи при взаимодействии с технологическим отсосом (гранулятором), зависимости коэффициента эффективности улавливания технологического отсоса (гранулятора), активированного приточной струей;

раскрыто влияние степени детализации расчетной сетки на точность решения используемых уравнений аэродинамики;

изучены принципы моделирования процесса взаимодействия приточной струи с технологическим отсосом (гранулятором) с использованием модели турбулентности k - ε , которые обеспечивают точность описания процессов аэродинамики, закономерности влияния характеристик и размещения воздухораспределителя на коэффициент эффективности улавливания пыли лекарственного порошка;

проведена модернизация и совершенствование процессов улавливания пыли лекарственного порошка с использованием приточной струи.

Значения полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена усовершенствованная методика инженерного расчета скорости воздуха с учетом особенностей натекания приточной изотермической струи на технологический отсос (гранулятор) в практику проектирования промышленных зданий ООО «Мостэк», что подтверждается актом о внедрении. Результаты численного моделирования взаимодействия изотермической приточной струи и технологического отсоса (гранулятора) диссертационной работы внедрены в процесс проектирования компании ООО «ЭМС». Результаты диссертационной работы, а именно, уменьшение риска перекрёстной контаминации и снижение потерь на стадиях загрузки сыпучих компонентов в технологическое оборудование внедрены в производственный процесс изготовления твёрдых лекарственных форм ООО «НТФФ «ПОЛИСАН». Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» в лекционных курсах, практических занятиях и курсовом проектировании при изучении дисциплин «Вентиляция» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, «Специальные разделы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.04.01 Строительство, и «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника;

определены технические характеристики технологического отсоса (гранулятора), активированного приточной изотермической струей;

создана конструкция установки, включающей технологический отсос, активированный приточной изотермической струей;

представлены рекомендации по проектированию и монтажу систем вентиляции и кондиционирования «чистых помещений» фармацевтических производств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовались современные высокотехнологические установки, методы исследований и испытаний, регламентированные отечественными нормативными документами, с применением современных поверенных средств измерений; численные методы с применением программных комплексов и с учетом известных классических работ по аэродинамике, позволившие получить обоснованные и достоверные результаты;

теория основана на применении общепринятых научных подходов физико-математического описания процесса аэродинамики при взаимодействии приточной струи с местным отсосом, методов численного моделирования; результаты согласуются с опубликованными данными экспериментальных исследований, полученных соискателем и другими авторами;

идея базируется на проведенном аналитическом обзоре научно-технической литературы, обобщающем фундаментальные и прикладные исследования отечественных и зарубежных ученых в области аэродинамики, посвященных способам интенсификации локализации пылевыведений, применяемым в системах вентиляции производственных помещений;

использованы данные лабораторных экспериментов, результаты научных исследований, полученные российскими и зарубежными учеными;

установлена согласованность результатов лабораторных исследований, численного моделирования и инженерного расчета;

использованы современные методики проведения исследований с применением поверенных средств измерений, сбора и статистической обработки данных при экспериментальных исследованиях процесса взаимодействия приточной изотермической струи с технологическим отсосом (гранулятором).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии автора на всех этапах исследования; в постановке задач диссертационного исследования и их решении; в исследовании и обобщении теоретических и экспериментальных материалов по теме; в разработке лабораторной установки и проведении экспериментальных исследований с обработкой полученных данных; разработке численных моделей; формулировании выводов и методик, подготовке научных публикаций.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:

1. В докладе не прозвучала экономическая эффективность работы.
2. Можете сказать: моделировали ли взаимодействие аэрозолей с потоком воздуха?
3. При натурном эксперименте как контролировался дисперсный состав?
4. В положениях на защиту вынесена численная модель. В чем заключается научная новизна математической модели? Она выносится в качестве научной новизны, если там получены новые результаты. В чем заключаются результаты верификации численной модели?
5. Страница 23 автореферата: общие результаты и выводы исследования. Допустим 1 пункт, то же самое 2 и 3 пункты. Скажите это выводы или результаты исследований?
6. Например, в выводах: «Выполнен анализ отечественных и зарубежных нормативных требований к воздушному режиму чистых помещений фармацевтических производств». Это вывод?
7. Скажите, сравнивали ли численные расчеты с экспериментом?
8. По каким критериям сравнивали? Стьюдента, Фишера?
9. Критерий Кохрена используется для оценки воспроизводимости эксперимента. А еще какими критериями пользовались для обработки результатов? Может быть, методом наименьших квадратов?
10. Еще о сходимости сетки. Какие отклонения наблюдались? 2, 3 %?

11. Как были получены аналитические зависимости? Какими методами были получены? Какие работы изучались? Какие результаты получены при сравнении с известными данными?

Соискатель Ильин Е.А. ответил на задаваемые в ходе заседания вопросы и привел следующую аргументацию:

1. Экономическая эффективность в принципе прослеживается, действительно есть. Эффективность улавливания пыли составляет 75%, т.е. использование приточной струи для повышения эффективности пылеулавливания составляет 72 тыс. руб на один гранулятор.

2. Проводился лабораторный эксперимент, моделировались воздушные течения. В теоретической части рассматривалось моделирование частиц.

3. Контролировался дисперсный состав от 0,3 – 10 мкм, как показано на слайде 20. Это был порошок аэросил, схожий с физико-химическими свойствами лекарственного порошка. В соответствии с реальными условиями.

4. Численная модель создана на базе программного комплекса Star CSM+ и взаимодействие изотермической приточной струи было полностью смоделировано в данной программе. Идентичных моделей нет, более того в полученных параметрах значений кинетической энергии турбулентности, коэффициента турбулентной вязкости и заключается научная новизна. При моделировании была использована k-ε модель, так как данная модель предсказывает движение воздушных потоков вдали от гранулятора, именно тех потоков, которые способствуют улавливанию взвешенных частиц. Были произведены расчеты с разными размерами сетки и после схождения значений, можно считать, что мы получили истинные значения и задача решена правильно.

5. В конце диссертационного исследования представлены выводы, которые показывают, что задачи исследования выполнены в полном объеме.

6. Это вывод, подтверждающий выполнение поставленной задачи исследования.

7. Да, выполнено сравнение результатов численного моделирования и натурального эксперимента. Есть совпадение результатов.

8. Да, сравнивали по критериям Стьюдента, Кохрена и Фишера. Результаты не превышали предельным значений.

9. Да, использовали метод наименьших квадратов.

10. Да, использовался размер ячейки 0,05 м, полученный на основании сеточной сходимости. За характерную величину принята скорость. Был произведен расчет с уменьшением размеров сетки. Ниже значений размера ячейки 0,05 м было минимальное колебание значений. Отклонения действительно есть. Это представлено в диссертации.

11. Формулы были получены по итогам лабораторного эксперимента. Изучены работы В.Н. Посохина, с коэффициентом улавливания - работы А.Г. Сотникова и А.А. Боровицкого. Производился анализ формулы с известными значениями. Да, при выводе формулы коэффициента улавливания использовались формулы известных ученых и сравнивались значения. Использовались методы математической обработки формул.

На заседании 17 июня 2025 года диссертационный совет принял решение – за решение научной задачи по обеспечению необходимого воздушного режима чистых помещений фармацевтических производств путем использования приточной струи для интенсификации улавливания лекарственных препаратов при их загрузке в технологический отсос (гранулятор), имеющей значение для развития отрасли знаний по специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» присудить Ильину Егору Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из которых 6 докторов наук по специальности 2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и

освещение, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета



Дацюк Тамара Александровна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Пухкал Виктор Алексеевич

«17» июня 2025 года