

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химической технологии»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Процессы и аппараты химической технологии»**

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) подготовки  
«Безопасность технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

## ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ. ЭКЗАМЕН

Формой промежуточного контроля в 5 семестре является экзамен. В билет включается 3 вопроса, один из которых практический.

Пример билета при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                      |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>РГРТУ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Экзаменационный билет № 1</b>                                                                                     | Утверждаю                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Кафедра ХТ<br>Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии»<br>Направление 18.03.01 - Химическая технология | Зав. кафедрой ХТ<br><br>_____<br>Коваленко В.В.<br>«__» ____ 20__ |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Устройство, принцип действия насосов обтекания. Универсальная характеристика центробежного насоса.</li><li>2. Основные типы рекуперативных теплообменных аппаратов. Конструкция аппаратов с рубашками. Определение тепловой нагрузки теплообменника.</li><li>3. По трубопроводу диаметром 300X10 мм перекачивается вода с расходом 120 м<sup>3</sup>/час. Определить скорость воды в трубе и режим ее движения, если температура воды 20 °С.</li></ol> |                                                                                                                      |                                                                   |

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные физические свойства капельных жидкостей. Идеальная и реальная жидкость. Силы, действующие на жидкость.
2. Уравнения гидростатики. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды, давление на дно и стенки сосуда.
3. Скорость и расход жидкости. Режимы движения. Профиль распределения скоростей в трубе при ламинарном и турбулентном движении. Пульсация скоростей в турбулентном потоке, структура турбулентного потока, пограничный слой. Уравнения неразрывности потока.
4. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Потери давления на трение, местные сопротивления и их расчет.
5. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости Навье-Стокса. Подобные преобразования уравнений Навье-Стокса. Основные критерии гидродинамического подобия. Критериальное уравнение гидродинамики.
6. Перемещение жидкостей. Группы насосов. Классификация механических насосов. Устройство, принцип действия объемных насосов. Достоинства поршневых насосов.
7. Устройство, принцип действия насосов обтекания. Универсальная характеристика центробежного насоса.
8. Устройство немеханических насосов. Принцип действия струйных насосов.
9. Характеристика насосной установки. Производительность, напор, мощность. Геометрическая и предельная геометрическая высота всасывания. Явление кавитации. КПД насосной установки.

10. Последовательность расчета и выбора центробежного насоса. Определение потери давления на местные сопротивления. Эквивалентный диаметр трубопровода. Определение критерия Рейнольдса.
11. Движение твердых тел в жидкости (газе). Образование и движение газовых пузырьков и жидких капель. Движение жидкости (газа) в неподвижных слоях зернистых материалов и насадок. Псевдооживленный слой зернистых материалов. Элементы гидродинамики двухфазных потоков в системах газ-жидкость.
12. Классификация неоднородных систем. Основное критериальное уравнение процесса осаждения. Характеристика процессов осаждения. Материальный баланс процесса разделения неоднородных систем осаждением. Методы разделения неоднородных систем. Отстаивание. Определение скорости осаждения.
13. Осаждение в поле центробежных сил. Фактор разделения и затраты энергии на центрифугирование.
14. Виды тепловых процессов. Теплопроводность, коэффициент теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент температуропроводности: физический смысл, единицы измерения. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенок.
15. Конвективный перенос тепла. Механизм переноса тепла от стенки в ядро потока. Закон теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи: физический смысл, единицы измерения. Подобное преобразование уравнений конвективного теплообмена. Критерии теплового подобия. Определение критерия Нуссельта. Критериальное уравнение конвективного теплообмена. Определение коэффициента теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции, при ламинарном и турбулентном течениях. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. Теплоотдача при конденсации. Определение температурного напора, проверка температуры стенки.
16. Основное уравнение теплопередачи и коэффициент теплопередачи. Определение поверхности теплообмена. Определение коэффициента теплопередачи. Термические сопротивления: определяющее значение термического сопротивления. Средний температурный напор. Определение среднего температурного напора. Определение средней разности температур и средней температуры теплоносителя. Выбор взаимного направления движений теплоносителей. Сравнение прямого течения с противотоком.
17. Назначение теплообменных аппаратов. Последовательность расчета теплообменного аппарата. Цель проектного и проверочного расчета. Тепловой расчет теплообменника.
18. Классификация теплообменных аппаратов по способу передачи тепла. Основные типы рекуперативных теплообменных аппаратов. Конструкция аппаратов с рубашками. Конструкция оросительных аппаратов. Конструкция аппаратов «труба в трубе». Конструкция кожухотрубчатого теплообменника. Конструкция кожухотрубчатого теплообменника с компенсаторами напряжения. Спиральные теплообменники. Пластинчатые теплообменники. Определение тепловой нагрузки теплообменника: без изменения и при изменении агрегатного состояния теплоносителя; при конденсации насыщенного пара.
19. Способы интенсификации рекуперативных теплообменных аппаратов.
20. Смесительные теплообменные аппараты. Барометрический конденсатор смешения.
21. Назначение и классификация выпарных аппаратов. Материальный баланс выпарной установки. Принцип работы выпарного аппарата с циркуляцией раствора. Тепловой баланс выпарной установки. Отличие процесса выпаривания от процесса испарения. Определение поверхности теплообмена выпарного аппарата. Определение общей и полезной разности температур. Сумма температурных потерь в выпарном аппарате. Определение коэффициента теплопередачи в процессе выпаривания. Движущая сила процесса выпаривания. Определение удельного теплового потока. Практический вопрос в экзаменационном билете связан с расчетной задачей по определению скорости и режима движения жидкости в трубопроводе (аппарате). Для ответа на практический вопрос необходимо знать теоретические вопросы "Основные физические свойства капельных жидкостей. Скорость и расход жидкости. Режимы движения жидкостей. Основные критерии гидродинамического подобия".

## ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ. ЭКЗАМЕН

Формой промежуточной аттестации в 6 семестре является экзамен. В билет включается 2 вопроса и одно практическое задание.

Пример билета при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена:

|              |                                                        |                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>РГРТУ</b> | <b>Экзаменационный билет № 1</b>                       | Утверждаю                        |
|              | Кафедра ХТ                                             | Зав. кафедрой ХТ                 |
|              | Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» | _____                            |
|              | Направление 18.03.01 - Химическая технология           | Коваленко В.В.<br>«__» ____ 20__ |

1. Конструкции ректификационных колонн. Определение геометрических размеров ректификационной колонны.

2. Кинетика сушки. Определение движущей силы процесса сушки. Определение времени, необходимого для удаления влаги из материала.

3. Определить минимальное флегмовое число для разделения жидкой смеси А-В в ректификационной колонне.

Содержание компонента А:  $x_F = 30\%$  (мол.),  $x_D = 95\%$  (мол.),  $x_w = 1\%$  (мол.).

Равновесный состав смеси

|   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Y | 0 | 23 | 42 | 60 | 73 | 82 | 90 | 94 | 98 | 100 |
| X | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 65 | 75 | 90 | 100 |

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Классификация процессов массообмена. Общие признаки массообменных процессов. Схема переноса вещества между двумя фазами. Молекулярная диффузия. Коэффициент диффузии. Первый и второй законы Фика. Закон массоотдачи Шукарева. Коэффициент массоотдачи.

2. Способы выражения концентрации (состава) фаз. Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса и его применение к процессам массообмена. Качественная и количественная характеристика массообмена. Диаграммы равновесия. Фазовое равновесие двухкомпонентной смеси. Равновесные составы фаз. Константы фазового равновесия. Закон Рауля и закон Генри. Законы Коновалова. Действительные (рабочие) концентрации массообменного процесса.

3. Материальный баланс при противоточном контакте фаз. Уравнение рабочей линии и ее изображение на диаграмме. Взаимные положения рабочей и равновесной линии в координатах x-y. Определение средней движущей силы массообменного процесса. Градиент концентрации. Число единиц переноса. Число теоретических тарелок. Графический расчет ЧТТ.

4. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи. Диффузионные критерии подобия.

5. Классификация процессов перегонки. Методы простой перегонки или дистилляции. Материальный баланс процесса. Материальный баланс ректификации бинарной смеси. Уравнение рабочей линии. Характеристика и физическая сущность процесса перегонки и ректификации. Движущая сила процесса ректификации.

Материальный баланс процесса ректификации двухкомпонентной смеси. Определение минимального и оптимального флегмового числа.

6. Конструкции ректификационных колонн. Определение геометрических размеров ректификационной колонны. Простые и сложные ректификационные колонны. Гидравлический расчет ректификационной колонны. Непрерывная ректификация бинарных смесей. Способы орошения колонны. Определение КПД тарелки. Способы создания орошения в колонне. Способы подвода тепла в низ колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны.

7. Схема непрерывной ректификации бинарной смеси. Определение скорости пара в колонне. Эффективность тарельчатых ректификационных колонн. Характеристика контактных устройств в ректификационной колонне. Определение диаметра колонны. Конструкции тарелок и контактных устройств. Неправильная работа тарелок. .

8. Экстракция. Характеристика и области применения. Физическая сущность жидкостной экстракции. Равновесие в процессе экстракции. Материальный баланс. Характеристика растворителей процесса экстракции.

9. Статика экстрагирования. Треугольные диаграммы экстракции. Свойства треугольной диаграммы. Способы определения состава трехкомпонентной системы. Построение линий равновесия на треугольных диаграммах. Стадии экстракции и разновидности процесса экстракции. Характеристика экстракционных аппаратов для проведения жидкостной экстракции

10. Экстракция твердой фазы. Этапы экстрагирования. Требования к растворителям. Экстракционная производительность и факторы, влияющие на экстракционную производительность.

11. Типы экстракции твердой фазы. Пошаговая экстракция. Непрерывная карусельная экстракция. Периодическая экстракция по принципу Соксле.

12. Теоретические основы сушки. Определение параметров воздушной и паровоздушной смеси с помощью диаграммы Рамзина. Кинетика сушки. Определение движущей силы процесса сушки. Определение времени , необходимого для удаления влаги из материала. Конструкции сушильных установок

Практический вопрос в экзаменационном билете связан с расчетной задачей по определению параметров процесса ректификации. Для ответа на практический вопрос необходимо знать теоретические вопросы: "Диаграммы равновесия. Равновесные составы фаз. Материальный баланс процесса ректификации двухкомпонентной смеси. Определение минимального и оптимального флегмового числа."

### **.ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа является заключительным этапом изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

Целью выполнения курсовой работы является проверка усвоения теоретических знаний в области проектирования основных процессов и аппаратов химической технологии. Курсовая работа выполняется по одному из разделов курса. Примерная тематика курсовых работ следующая:

1. Расчет теплообменного аппарата.
2. Расчет горизонтального кожухотрубчатого теплообменного аппарата.
4. Расчет ректификационной колонны непрерывного действия.
5. Расчет абсорбционного аппарата для очистки газовой смеси от поглощаемого компонента.

6. Расчет адсорбционного аппарата для осушки сжатого воздуха.

7. Расчет выпарного аппарата

Содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка содержит:

1. Титульный лист.

2. Оглавление.
3. Задание на курсовую работу.
4. Введение с пояснением целесообразности выбранной конструкции аппарата.
5. Описание принципа работы аппарата.
6. Материальный, тепловой и гидравлический расчеты.
7. Выбор конструкционных материалов аппарата.
8. Список использованной литературы.
9. Подпись студента, выполнившего курсовую работу.

В тексте курсовой работы необходимо приводить ссылки на используемую литературу для всех расчетных формул, физических констант и других справочных данных. Формулы приводятся в общем виде, затем дается объяснение обозначений и размерности входящих в формулу физических величин, после этого подставляются числовые значения и приводятся результаты расчета. Все расчеты выполняются в единицах СИ.

Графическая часть содержит чертеж аппарата в рабочем положении в наибольшем из возможных масштабов с основными узлами. Чертежи выполняются с использованием стандартных графических программ в соответствии с принятой единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

При промежуточной аттестации обучающегося учитываются:

1. правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
2. полнота и глубина ответа (учитывается объем изученного материала, количество усвоенных фактов, понятий);
3. осознанность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
4. логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией).

| Оценка<br>зачета с<br>оценкой,<br>экзамена | Требования к знаниям                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»                                  | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; владеет всем объемом пройденного материала; излагает материал последовательно и правильно. |
| «хорошо»                                   | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры; владеет большей частью пройденного материала; излагает материал последовательно и правильно.                                                        |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>«удовлетворительно»</b>   | Оценка <b>«удовлетворительно»</b> выставляется обучающемуся, если он излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет доказательно обосновать свои суждения; допускает нарушения логической последовательности в изложении материала; владеет небольшой частью общего объема материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| <b>«неудовлетворительно»</b> | Оценка <b>«неудовлетворительно»</b> выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; не может привести ни одного примера по соответствующим вопросам в билете; допускает серьезные ошибки; беспорядочно и неуверенно излагает материал.                                                                                                                                                                                          |

### **ЗАДАНИЯ (ВОПРОСЫ) ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ИНДИКАТОРОВ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ**

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

УК-3.3- Выстраивает стратегии сотрудничества в командах

Задания закрытого типа:

1. Слаженность работы команды, в которой каждый студент выполняет определенное задание, но в то же время может заменить своего товарища, важное условие работы данной команды.  
Да (правильный ответ)  
Нет
2. Учитываются ли пожелания студентов при формировании бригады для выполнения лабораторных работ?  
Да(правильный ответ)  
Нет
3. Может ли один член бригады выполнить всю работу при снятии показаний во время выполнения эксперимента?  
Да  
Нет (правильный ответ)
4. Распределение заданий всем участникам бригады при исследовании работы теплообменных аппаратов позволит быстрее и качественнее выполнить эту работу.  
Да(правильный ответ)  
Нет
5. При командной работе студенты дополнительно обучаются друг у друга, например, при построении чертежа ректификационной колонны в программе T-fleks.  
Да(правильный ответ)  
Нет

Задания открытого типа:

1. На каких занятиях при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» применяется командный подход?  
Ответ: на лабораторных и практических занятиях
2. Как называется команда, выполняющая одно задание на лабораторной работе?

Ответ: бригада

3. Как осуществляется взаимодействие в команде во время проведения практической работы?

Ответ: в процессе непосредственного общения на занятии

4. Какое минимальное количество студентов входит в бригаду по выполнению лабораторной работы на стенде «Перегонка и ректификация»?

Ответ: Четыре студента

5. Какое количество отчетов сдается преподавателю после выполнения лабораторных работ?

Ответ: Один на бригаду

УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

УК-8.4. Использует правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда

Задания закрытого типа:

1. До проведения лабораторных работ на установках студенты обязательно должны пройти инструктаж по технике безопасности?

Да(правильный ответ)

Нет

2. Перед началом проведения работы проверяется *отсутствие* заземления, исправность аварийного отключения, электрической и тепловой изоляции.

Да

Нет (правильный ответ)

3. Перед началом работы необходимо проверить правильность сборки установки и герметичность соединений трубопроводов.?

Да (правильный ответ)

Нет

4. Можно ли на стенде «Ректификация» проводить технологические процессы для получения пищевых продуктов?

Да

Нет (правильный ответ)

5. Перед началом проведения работы проверяется *отсутствие* повреждений во всех аппаратах (колонна, испарительная емкость, теплообменники, нагреватель, насосы), трубопроводах, запорной арматуре, электрических приборах;

Да (правильный ответ)

Нет

Задания открытого типа:

1. Какой объем жидкости заливается в испарительный бак ректификационной колонны?

Ответ:  $\frac{3}{4}$  объема бака

2. Включать установку при наличии неисправностей\_\_\_\_\_

Ответ: запрещается

3. Можно ли включать ректификационную установку при отсутствии подачи в дефлегматор \_\_\_\_\_

Ответ: холодной воды

4. До какой максимальной температуры можно нагреть смесь этанол-вода в кубе-испарителе?

Ответ: 100 °С

5. Что нужно сделать при появлении дыма из оборудования, пускорегулирующей аппаратуры и других аварийных ситуациях при работе установки «Ректификация»?  
Ответ: Нажать «Стоп», сообщить преподавателю, отключить электросеть

ОПК-4-Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

ОПК-4.1- Обеспечивает проведение технологического процесса, понимает принцип работы оборудования и конструкций, изображенных графически на чертежах и схемах, нагрузки, испытываемые данным оборудованием

Задания закрытого типа:

1. Передача теплоты от стенки к жидкости (газу) или в обратном направлении называется процессом теплопередачи  
Да  
Нет (правильный ответ)
2. Кубовый остаток – это жидкость, возвращаемая в ректификационную колонну для орошения и взаимодействия с поднимающимся паром  
Да  
Нет (правильный ответ)
3. Дефлегматор в ректификационной установке служит для конденсации паров.  
Да (правильный ответ)  
Нет
4. Точка пересечения кривой потребного напора с характеристикой насоса называется рабочей точкой  
Да (правильный ответ)  
Нет
5. В кожухотрубчатом теплообменнике поток, имеющий загрязнения необходимо направлять в межтрубное пространство.  
Да  
Нет (правильный ответ)

Задания открытого типа:

1. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости, называется  
Ответ: гидравлическим ударом
2. Что является движущей силой процесса теплопередачи?  
Ответ: средняя разность температур горячего и холодного теплоносителей
3. Как называется насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил?  
Ответ: Центробежный насос
4. Как называется конструкция теплообменного аппарата, применяющаяся для компенсации температурных напряжений?  
Ответ: линзовые компенсаторы, плавающая головка
5. Какой режим течения теплоносителя обеспечивает максимальный коэффициент теплопередачи?  
Ответ: турбулентный

ОПК-5-Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

ОПК-5.2- Обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные

Задания закрытого типа:

1. Массовый расход жидкости экспериментально определяется по времени заполнения заданного объема жидкости.  
Да  
Нет (правильный ответ)
2. Перепад давления при движении жидкости в трубопроводе определяют по показаниям расходомера.  
Да  
Нет (правильный ответ)
3. Можно ли использовать правило линейности для определения вязкости неизвестного вещества при заданной температуре?  
Да (правильный ответ)  
Нет
4. Для определения режима течения жидкости необходимо знать физико-химические свойства жидкости при заданной температуре и скорость ее движения.  
Да (правильный ответ)  
Нет
5. Средний температурный напор в теплообменном аппарате определяется по значениям температур теплоносителей на входе и выходе из аппарата  
Да (правильный ответ)  
Нет

Задания открытого типа:

1. Какой математический метод используется для построения градуировочной кривой по результатам экспериментальных исследований?  
Ответ: метод наименьших квадратов
2. Какое физико-химическое свойство жидкости обладает аддитивными свойствами?  
Ответ: плотность
3. Для определения минимального флегмового числа в процессе ректификации используются \_\_\_\_\_ концентрации  
Ответ: мольные
4. Графическое построение равновесной кривой процесса экстракции осуществляется с помощью \_\_\_\_\_ диаграммы  
Ответ: треугольной
5. Какие основные параметры воздуха для расчета процесса сушки находят с помощью диаграммы Рамзина?  
Ответ: влагосодержание, энтальпия, относительная влажность температуры мокрого термометра и точки росы

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Коваленко Виктор Васильевич,  
Заведующий кафедрой ХТ

**18.07.25** 22:35 (MSK)

Простая подпись