

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по организации самостоятельной работы по дисциплине
«Основы технологических расчётов»**

Донецк
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по организации самостоятельной работы по дисциплине
«Основы технологических расчётов»**

для обучающихся по направлению подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»
профиль «Экологическая безопасность»
всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
прикладной экологии и охраны
окружающей среды
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

УТВЕРЖДЕНО
на заседании учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № 2 от 24.02.2021 г.

Донецк
2021

УДК 502.35:658.532(076)

М54

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

М54 **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы технологических расчётов»** : для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» профиль «Экологическая безопасность» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды; сост.: Ю.Н. Ганнова, С.В. Горбатко. — Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Методические рекомендации разработаны с целью оказания помощи обучающимся по дисциплине «Основы технологических расчётов», которые содержат способы организации самостоятельной работы студентов, позволяющие более эффективно работать с учебной и научной литературой, критически осмысливать прочитанный и изученный материал по курсу.

УДК 502.35:658.532(076)

Содержание

Введение.....	5
1. Объект, цель и задачи освоения дисциплины.....	6
2. Место дисциплины в основной образовательной программе.....	6
3. Тематика и содержание дисциплины.....	7
4. Темы практических занятий.....	8
5. Индивидуальное задание.....	8
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	8
6.1 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета.....	8
7. Вопросы для самостоятельного изучения.....	13
Перечень рекомендованной литературы.....	15

ВВЕДЕНИЕ

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо изменить свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

Целью данных методических рекомендаций является организация, управление и обеспечение эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения.

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы расчёта технологических процессов основных отраслей промышленности, которые оказывают воздействие на окружающую среду.

Целью дисциплины является: формирование у студентов навыков и умений в изучение технологических процессов основных отраслей промышленности, таких как химическая промышленность, металлургия, коксохимия, производство строительных материалов, а также проведения технологических расчетов, составление материальных и тепловых балансов отдельных производств, на основе которых определяется их влияние на окружающую среду, и предлагаются необходимые системы очистки.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать: структуру и основные производства коксохимических и металлургических комбинатов, основные процессы технологии отдельных химических предприятий и предприятий строительных материалов; основные источники образования и выбросов загрязняющих веществ для этих предприятий; схемы и аппараты очистки газов и сточных вод, а также рекуперации различных промышленных отходов в объеме, необходимом для решения производственных, проектных, конструкторских и научно-исследовательских задач; расчетов и конструирования специальной аппаратуры;

уметь: на основе знаний о физико-химические процессы уметь произвести расчет материальных и тепловых балансов основных стадий производства; используя знания о построении технологических схем уметь осуществить компоновку оборудования производства; на основе проведения технологических расчетов и анализа существующих методов очистки выбрать ее оптимальную систему; разрабатывать и реализовать в производстве технологию улавливания и переработки газообразных, жидких, твердых и шламоподобных промышленных отходов, обеспечивая оптимальные условия ее осуществления на промышленных предприятиях.

владеть: навыками технологических расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые обучающийся приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

- «Основы технологических процессов»;
- «Техноэкология».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении практик и прохождении государственной итоговой аттестации.

3. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Организация экологических процессов в химической промышленности.

Содержание темы 2: Получение азотной кислоты. Технология получения азотной кислоты в современных производствах. Описание технологической схемы работы агрегата АК-72. Методы очистки отходящих газов. Основные аппараты технологической схемы.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#)].

Тема 2. Организация экологических процессов в коксохимический промышленности.

Содержание темы 2: Структура современного КХЗ. Короткое описание технологии производства. Основное сырье, которое используется на коксохимических заводах и перечень продукции, которая выпускается. Вклад основных технологических процессов в валовые выбросы. Обязательные требования для технологического оборудования с целью уменьшения выбросов загрязняющих веществ для коксохимических предприятий. Переработка сероводородных газов в серную кислоту методом мокрого катализа. Основные направления совершенствования процесса мокрого катализа.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#)].

Тема 3. Производство керамических и огнеупорных изделий.

Содержание темы 3: Производство строительных материалов. Виды изделий. Сырьевые материалы. Подготовка сырья. Подготовка пластичных материалов. Подготовка отошающих материалов и плавней. Измельчение сырьевых материалов. Рассев порошков и гранулометрический состав. Приготовление керамических и огнеупорных масс. Приготовление массы из сухих порошков. Приготовление пластичных масс. Приготовление шликерных масс. Формование изделий. Полусухое прессование. Пластическое формование. Шликерный способ формования (способ литья). Сушка изделий. Обжиг изделий. Глазуrowание и декорирование изделий. Влияние производств керамических и огнеупорных изделий на атмосферный воздух. Влияние огнеупорных и керамических производств на состояние водных ресурсов

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#)].

Тема 4. Газоочистные установки различных производств черной металлургии.

Содержание темы 4: Очистка газов от пыли при производстве агломерата. Очистка газов в доменном производстве. Вредные выбросы доменного производства и их очистка. Очистка газов в мартеновском производстве. Охлаждение и очистка конвертерных газов. Электросталеплавильные печи. Вредные выбросы в прокатном производстве и борьба с ними.

Литература к теме 4: [1, 2].

4. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема занятия
1	Материальный и тепловой расчет основных стадий получения азотной кислоты.
2	Материальный расчет основных стадий получения серной кислоты.
3	Материальный баланс производства шамотных изделий.

5. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Для студентов заочной формы обучения в 5 семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика задания связана с рассмотрением углублённым изучением различных технологических вопросов.

В результате выполнения работы обучающийся должен знать особенности расчета того или иного вида технологического процесса.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4.

6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Азотная кислота физико-химические свойства, применение, промышленные схемы получения.

2. Описание технологической схемы отделения окисления аммиака в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.

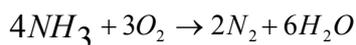
3. Физико-химические процессы, протекающие в контактном аппарате, особенности его конструкции.

4. Описание технологической схемы отделения абсорбции оксидов азота в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.
5. Физико-химические процессы, протекающие в абсорбционной колонне, особенности ее конструкции.
6. Описание технологической схемы отделения нейтрализации оксидов азота в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.
7. Физико-химические процессы, протекающие в реакторе каталитической очистки, особенности его конструкции.
8. Особенности высокотемпературного очистки хвостовых газов в агрегате АК-72.
9. Источники пылегазовых выделений агломерационного производства, общая характеристика пыли и газовых выбросов.
10. Аппараты для обеспыливания газов агломерационных машин.
11. Улавливание и очистка вентиляционных и неорганизованных выбросов агломерационного производства.
12. Характеристика колошниковой пыли и доменного газа, особенности его технологической очистки.
13. Источники выбросов доменного производства, методы снижения содержания загрязняющих веществ в отходящих газах.
14. Охлаждение и очистка выбросов конверторных газов.
15. Источники пылегазовых выделений электросталеплавильных цехов, общая характеристика пыли и газовых выбросов.
16. Методы снижения загрязнений выбросов электросталеплавильных печей.
17. Вредные выбросы в прокатном производстве и борьба с ними.
18. Стадии коксохимического производства
19. Вклад основных технологических процессов в валовые выбросы КХЗ.
20. Основное сырье и продукция КХЗ.
21. Физико-химические процессы, описание технологической стадии сжигания сероводорода в печах.
22. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в печи-котле. Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.
23. Физико-химические процессы, описание технологической стадии контактного окисления сернистого ангидрида в серный.
24. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в контактном аппарате. Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.
25. Физико-химические процессы, описание технологической стадии конденсации серной кислоты при охлаждении контактных газов.

26. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в башне конденсаторе (абсорбере). Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.

27. Основные направления совершенствования процесса мокрого катализа.

28. Определить состав газа после окисления аммиака, в соответствии с принятой степенью конверсии X % в соответствии со следующими реакциями (кол-во NH_3 – X м³): а) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ б)



29. Рассчитать количество компонентов топочных газов в камере сгорания. Состав природного газа, поступающего на сжигание: CH_4 – X % об.; C_3H_8 – X % об.; N_2 – X % об.; C_2H_6 – X % об.; CO_2 – X % об.. Коэффициенте избытка воздуха равному X .

30. Определить количество кислорода, которое необходимо для сжигания сероводородного газа по реакциям: $\text{H}_2\text{S} + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{S} + 0,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{HCN} + 2,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2 + \text{N}_2$. Степень сжигания сероводорода до диоксида серы – X ; степень сжигания сероводорода до серы – X ; степень сжигания цианистого водорода – 1. Исходная масса: сероводорода – X кг; цианистого водорода – X кг.

31. Определить количество кислорода, которое необходимо для сжигания сероводородного газа в камере сгорания по реакциям: $\text{H}_2\text{S} + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$. Степень сжигания сероводорода и серы до диоксида серы – X . Исходная масса: сероводорода – X кг; серы – X кг.

32. Определить количество и концентрацию серной кислоты образующейся из оксида серы (VI) в башне - конденсаторе. Кол-во оксида серы (VI) – X кг; кол-во водяного пара X кг.

Пример экзаменационного билета
ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования:	бакалавриат
Направление подготовки:	05.03.06 Экология и природопользование
Магистерская программа:	Экологическая безопасность
Семестр:	1
Учебная дисциплина:	Основы технологических расчетов
БИЛЕТ № 1	
1. Азотная кислота физико-химические свойства, применение, промышленные схемы получения.	
2. Стадии коксохимического производства.	
3. Рассчитать количество компонентов топочных газов в камере сгорания. Состав природного газа, поступающего на сжигание: CH_4 – 95,4 % об.; C_3H_8 – 1,3 % об.; N_2 – 2,4 % об.; C_2H_6 – 0,3 % об.; CO_2 – 0,6 % об.. Коэффициенте избытка воздуха равному 1,0.	
Утверждено на заседании кафедры	Прикладная экология и охрана окружающей среды
Протокол № _____ от _____.20__ г.	
Зав. кафедрой _____	Шаповалов В.В.
Экзаменатор _____	Горбатко С.В.

КРИТЕРИИ
оценивания экзаменационной работы
по дисциплине «Основы технологических расчетов»
для обучающихся по программе 05.03.06 Экология и природопользование
(профиль – Экологическая безопасность)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают знания обучающихся, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Правильный ответ на вопрос оценивается в пятнадцать баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в десять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Утверждено на заседании кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды, протокол № _____ от _____.20__ г.
Заведующий кафедрой _____ В.В. Шаповалов

Оценивание уровня освоения обучающимся учебного материала дисциплины «Основы технологических расчетов» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний обучающегося очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, выполнения индивидуального задания; обучающегося заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для обучающихся очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии.	10	Задание выполнено правильно.
	6	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности с расчетами.
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	30	Из расчёта 3 тем практических занятий.
Выполнение индивидуального задания	25	При выполнении задания материал изложен последовательно и аргументированно, работа оформлена грамотно
	15	Задание выполнено в целом правильно, имеются замечания по оформлению работы
ИТОГО:	55	Максимально возможное
Для обучающихся заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	55	При выполнении задания материал изложен последовательно и аргументированно, работа оформлена без замечаний
	35	Задание выполнено в целом правильно, имеются замечания по оформлению
ИТОГО:	55	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 задача. При оценивании знаний обучающегося на

экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается обучающемуся в случае, если ответ подтверждает владение обучающимся знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, обучающемуся засчитывается количество баллов, равное 15. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	15
	вопрос 3	15
ИТОГО:		45

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Азотная кислота физико-химические свойства, применение, промышленные схемы получения.

2. Описание технологической схемы отделения окисления аммиака в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.

3. Физико-химические процессы, протекающие в контактном аппарате, особенности его конструкции.

4. Описание технологической схемы отделения абсорбции оксидов азота в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.

5. Физико-химические процессы, протекающие в абсорбционной колонне, особенности ее конструкции.

6. Описание технологической схемы отделения нейтрализации оксидов азота в агрегате АК-72, основные физико-химические процессы, протекающие в отделении.

7. Физико-химические процессы, протекающие в реакторе каталитической очистки, особенности его конструкции.
8. Особенности высокотемпературной очистки хвостовых газов в агрегате АК-72.
9. Источники пылегазовых выделений агломерационного производства, общая характеристика пыли и газовых выбросов.
10. Аппараты для обеспыливания газов агломерационных машин.
11. Улавливание и очистка вентиляционных и неорганизованных выбросов агломерационного производства.
12. Характеристика колошниковой пыли и доменного газа, особенности его технологической очистки.
13. Источники выбросов доменного производства, методы снижения содержания загрязняющих веществ в отходящих газах.
14. Охлаждение и очистка выбросов конверторных газов.
15. Источники пылегазовых выделений электросталеплавильных цехов, общая характеристика пыли и газовых выбросов.
16. Методы снижения загрязнений выбросов электросталеплавильных печей.
17. Вредные выбросы в прокатном производстве и борьба с ними.
18. Стадии коксохимического производства.
19. Вклад основных технологических процессов в валовые выбросы коксохимических заводов.
20. Основное сырье и продукция коксохимических заводов.
21. Физико-химические процессы, описание технологической стадии сжигания сероводорода в печах.
22. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в печи-котле. Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.
23. Физико-химические процессы, описание технологической стадии контактного окисления сернистого ангидрида в серный.
24. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в контактном аппарате. Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.
25. Физико-химические процессы, описание технологической стадии конденсации серной кислоты при охлаждении контактных газов.
26. Конструкция, физико-химические процессы, протекающие в башне конденсаторе (абсорбере). Конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить количество вредных выбросов.
27. Основные направления совершенствования процесса мокрого катализа.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козадерова О.А. Расчеты материальных и тепловых балансов в технологии минеральных удобрений : учебное пособие / Козадерова О.А., Нифталиев С.И. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. — 56 с. — ISBN 978-5-00032-318-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76436.html>
2. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97815.html>
3. Перегудов Ю.С. Переработка отходов в химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / Перегудов Ю.С., Нифталиев С.И.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 51 с. — ISBN 978-5-00032-430-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95374.html>
4. Власов П.П. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности : учебное пособие / Власов П.П.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 163 с. — ISBN 978-5-7937-1785-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102557.html>

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по организации самостоятельной работы по дисциплине
«Основы технологических расчётов»

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»
Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

Ответственный за выпуск:

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ».