

Выводы

Принципиальная технология пиролиза древесного угля может иметь резервы снижения отходности за счет лучшего использования возможностей предварительной подготовки сырья и использования сопутствующих газов в качестве теплоносителя. Технологически это может быть любой отходящий газ металлургического производства. А в качестве теплоносителя на первичный обогрев и сушку сырья можно использовать газовые продукты собственно пиролиза в двухкамерной сушильно-топочной печи. Такая технология дает существенный выигрыш в снижении сажеобразования, уменьшения отсева древесного угля (в пять раз) и оксида углерода (почти в три раза).

Список использованных источников:

1. Волошин В.С. Природа отходаобразования / В.С. Волошин. – Мариуполь. Рената, 2007. – 666 с.
2. Волошин В.С. Методы управления ресурсопотоками в экологических циклах / В.С. Волошин, П.М. Семеченко. – Донецк: Донеччина, 1997. –72 с.

Рецензент: В.А. Маслов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 05.04.2011

УДК 504.062

Ложко А.Н.¹, Хлестова О.А.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ДОЖДЕВАЯ ТЕНЬ» В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

В статье рассматривается моделирование движения воздушных потоков в промышленной зоне индустриального объекта с оценкой поля температур и скоростей, а также приведены результаты численного моделирования эффекта «дождевая тень».

Ключевые слова: антропогенная экосистема, скорость ветра, температура, теплый остров, влага, дождевая тень, дефицит влаги

Ложко О.М., Хлестова О.А. Моделювання ефекту «дощова тінь» в промисловій зоні індустріального об'єкту. У статті розглянуто моделювання руху повітряних потоків у промисловій зоні індустріального об'єкту з оцінкою поля температур та швидкостей, а також наведені результати численного моделювання ефекту «дощова тінь».

Ключові слова: антропогенна екосистема, швидкість вітру, температура, теплий острів, волога, дощова тінь, дефіцит вологи.

A.N. Lozhko, O.A. Khlestova. The computer based simulation of the rainless region effect for the industrial estate. The article describes modelling of air streams motion in industrial zone of manufacturing area with estimation of temperature field and rapids, and presents results of numerical simulation "rainless region" effect.

Key words: anthropo-ecosystem, windspeed, temperature, heat-island effect, condensed moisture, rainless region, raindeficiency.

Постановка проблемы. Интенсивное развитие крупных промышленных центров сопровождается ростом экологических проблем. Это приводит к изменению природного потенциала территорий, микроклимата как внутри промышленной зоны, так и за ее пределами. Для принятия правильных управленческих решений и обеспечения сбалансированного развития природно-антропогенных систем необходимо изучить основные тенденции изменения природных компонентов окружающей среды (ОС) на основе комплексной оценки влияния определенных

¹ канд. техн. наук доцент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

², ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

характерных особенностей (факторов) существования промышленных городов на изменение климата.

Анализ последних исследований и публикаций. Повышение антропогенного воздействия на природную среду и развитие общемировых экологических проблем привело к возникновению угрозы биосферных изменений условий существования человечества [1]. В существующих популярных подходах к оценке влияния промышленных объектов практически не учитываются природные особенности территории, комплекс взаимосвязей между компонентами ОС, совместное влияние некоторых факторов [2].

Влияние промышленного предприятия на прилегающие экосистемы происходит на фоне колебания природных факторов, связанных с антропогенным воздействием, таких как влажность, температура.

На температурный режим города влияет его озеленение, обводнение, материалы зданий и покрытия улиц, их размеры и другие характеристики. Преобладающие материалы в архитектуре современного города это – бетон, кирпич, керамика, металл, стекло, характеризующиеся достаточно высоким коэффициентом теплопроводности и теплоемкости. Часть солнечного излучения, достигающего городских слоев, возвращается в атмосферу. Ее количество зависит от альбедо (отражающей способности) поверхности: снег отражает около 80—95%, травянистая поверхность — 20%, а темные покрытия — только 8—10% потока приходящего излучения [1,3].

Повышение температуры воздуха в городе, по сравнению с загородной зоной, связано с тем, что в городском ландшафте преобладают сухие поверхности, из которых быстро отводится вода. Если растительный покров местности практически 60% энергии тратит на испарение, то плотно застроенные поверхности – лишь 15%. Как результат, в городах наземный слой воздуха получает в три раза больше тепла по сравнению с естественными поверхностями, которые являются основой для образования городского «острова тепла», наличие которого наблюдается на уровне до 3–4 высот зданий. Этот остров, как правило, располагается над центральной частью города [4,5,6]. Термин «тепловой остров» вошел в обиход еще в 30–х годах нашего столетия, когда климатологи обнаружили устойчивое превышение температуры воздуха на территории крупных городов мира над его температурой в прилегающих к городам местностях. В прошлом крупных городов было сравнительно немного, и факты повышенной температуры воздуха в них не привлекали большого внимания, хотя и были известны еще в восемнадцатом столетии. В наше время с этим явлением климатологам уже приходится считаться [7].

Город, в сравнении с его окрестностями, характеризуется более мягким климатом. Летом днем температурная разница между городом и окрестностями составляет в среднем 3–5 °С. Ночью воздух охлаждается в окрестностях интенсивнее. Деятельная поверхность города существенно влияет на температурный режим и загрязнение атмосферы. Подогретые массы городского воздуха направляются вверх, замещая прохладные массы, поступающие с окраин. Иногда эти потоки, как пылесос, собирают и загрязненный воздух расположенных на периферии города производств. Как следствие, усиливается городской смог в центральных районах. Городские ветры возникают утром, когда начинается нагрев, и удерживаются до полудня или даже к вечеру. Нарушить систему этих ветров могут только ветры, имеющие большую силу для этой местности. Даже небольшая скорость ветра (4 м/с) может оказаться достаточной для предотвращения острова тепла. Кроме того, сам городской ландшафт тормозит движущиеся воздушные массы, в результате чего над городом и возникает «дождевая тень» [4,5,6].

«Дождевой тенью» обозначают территорию с относительно низким количеством атмосферных осадков по сравнению с окружающей местностью, находящейся на подветренной стороне какого-либо географического объекта, который задерживает продвижение дождевых облаков, как бы отбрасывая «сухую тень» [8]. «Дождевая тень» характеризуется теплым и сухим микроклиматом, поскольку в процессе подъема в верхние слои атмосферы влажные воздушные массы остывают и достигают точки росы — состояния, когда водяной пар конденсируется в дождь, который выпадает на наветренной стороне или на вершине географического объекта. Такой процесс приводит к появлению особых климатических условий с подветренной стороны рассматриваемого объекта.

Современные методы оценки антропогенной нагрузки на экосистемы ОС не позволяют учитывать опосредственное влияние, например, деятельной поверхности города или высоты промобъекта на расположенные в нескольких километрах от него сельскохозяйственные уго-

дья, а также дифференцировать влияние промышленных объектов различного типа, учитывать природный потенциал местности. Сегодня не существует надежно обоснованных и общепризнанных методик такой оценки [2].

В работе [2] для учета природных особенностей территории проводились исследования с использованием ландшафтного анализа. При этом сама природно– антропогенная система рассматривается в качестве «черного ящика», связанного с другими системами обменом вещества и энергии.

Предложенная в работе [9] технология расчетного мониторинга позволяет сопоставить разнородные данные (степень загрязнения воздуха, почвенного, снежного, растительного покровов и биосред населения), интегрирования их в единую оценочную систему. Полученная оценочная система позволяет получить своеобразный «экологический образ» конкретной территории, учитывающий ее региональные особенности, который заключается в использовании в качестве обобщенного показателя состояние территории индивидуально для каждого крупного населенного пункта.

Анализ литературных источников показывает, что большинство существующих методик ограничивают оценку антропогенного воздействия промышленных комплексов на окружающую среду их физическими пределами, без учета формирования последствий за пределами промышленной зоны.

Цель статьи – исследование механизма формирования эффекта «дождевая тень» от промышленной зоны индустриального объекта на основе численного моделирования движения воздушных масс и компьютерного эксперимента при типичных погодных условиях.

Изложение основного материала. Городской промышленный комплекс можно рассматривать как сложную систему, осуществляющую воздействие на отдельные составляющие окружающей среды, такие как атмосфера, гидросфера, биосфера и др. Уровень каждого воздействия определяется взаимосвязанными природными и природно– антропогенные компонентами.

Моделирование атмосферных процессов является самостоятельной сложной задачей, требующей учета огромного числа факторов. Однако, для качественной (на уровне функциональных связей) оценки, вполне достаточно модели, основанной на учете наиболее значимых физических процессов, действующих в системе.

На рис.1 помещена простая схема процесса взаимодействия двух потоков воздуха. Основное движение воздушной массы, под воздействием ветра, (поток 1) происходит параллельно поверхности земли. Препятствием на пути этого движения выступают городские постройки и вертикальный поток 2, образованный нагревом воздушной массы за счет энергии «теплого острова». Поток 1 огибает препятствия сверху, поднимаясь на небольшую высоту. Впоследствии, минуя препятствие, поток 1 восстанавливает свою первоначальную высоту.

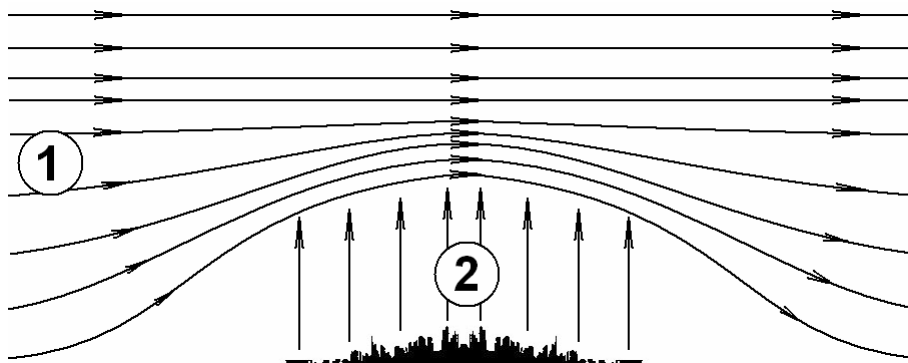


Рис.1. – Принципиальная схема атмосферных воздушных потоков в городской зоне

Целью моделирования является установление полей скоростей u_x , u_y и поля температур T . В предположении, что

- оба потока обладают свойствами «идеального газа» – не имеют внутреннего трения,
- течение полностью установилось и не изменяется во времени, и ограничиваясь двумерной постановкой в декартовой системе координат, построим модельную систему уравнений на основании:

1) уравнений неразрывности

$$\frac{\partial(\rho u_x)}{\partial x} = 0; \quad (1)$$

2) уравнения движения

$$\rho(T) \cdot \frac{\partial u_x}{\partial y} \cdot u_y = \rho(T) g y; \quad (2)$$

3) и уравнения конвективного теплообмена

$$\frac{\partial T}{\partial x} u_x + \frac{\partial T}{\partial y} u_y = \frac{\lambda}{c\rho(T)} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right), \quad (3)$$

где u_x, u_y – скорости воздушной массы по осям x, y , м/с;

$\rho(T)$ – плотность воздушной массы с учетом температуры, кг/м³;

T – температура воздушной массы, °С;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

λ, c – теплофизические свойства воздуха, Вт/(м·К), Дж/(кг·К).

На рис.2. представлена расчетная схема модели взаимодействия атмосферных потоков с назначением основных граничных условий:

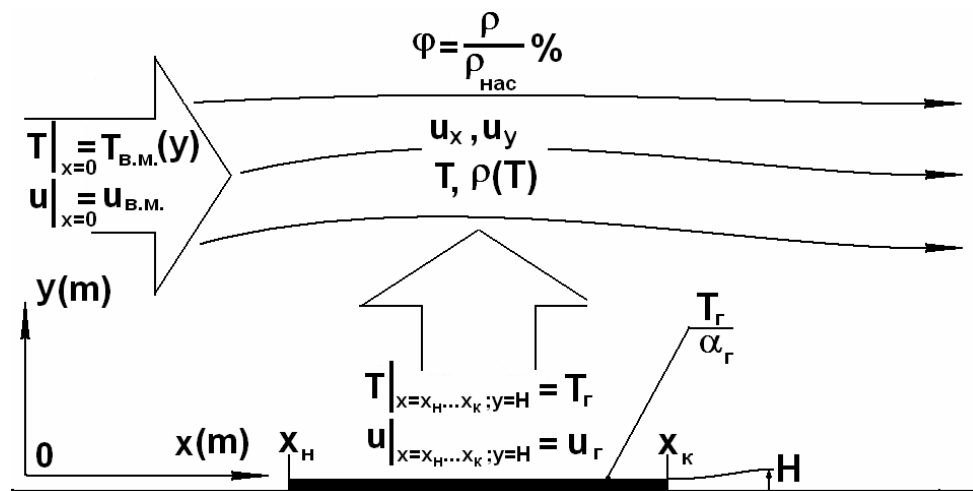


Рис.2. – Расчетная схема атмосферных воздушных потоков с граничными условиями

1) Для потока 1, втекающего в расчетную область через левую граничную плоскость ($x=0$) считаются известными скорость:

$$u(x=0; y=0...1000) = u_{\dot{a}.i} \quad (4)$$

и распределение температуры воздуха по высоте (y), соответствующее типичному для летнего периода центральной Украины

$$T(x=0; y=0...1000) = T_{\dot{a}.i}(y); \quad (5)$$

$$T_{\dot{a}.i}(y) = T_{\dot{a}} - 0,012y. \quad (6)$$

2) Для потока 2, втекающего в расчетную область по поверхности, ограниченной точками с координатами $(x_H; H)$ и $(x_K; H)$ считаются, также, известными скорость:

$$u(x=x_H...x_K; y=H) = u_{\dot{a}} \quad (7)$$

и температура потока:

$$T(x = x_H \dots x_K; y = H) = T_A. \quad (8)$$

Ввиду того, что контакт потока 1 с условной поверхностью города достаточно продолжителен, учтен конвективный нагрев нижнего слоя потока

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \alpha(T_A - T(x = x_H \dots x_K; y = H)), \quad (9)$$

где x_H, x_K, H – соответственно, начальная и конечная координаты городской черты, м;

H – средний подъем городского рельефа, м;

α – коэффициент теплоотдачи воздух– бетон, Вт/м²К.

Поскольку, конечной задачей моделирования было изучение механизма образования «дождевой тени», вызываемой возмущением потока воздушной массы, проходящей над городом, модельная система уравнений была дополнена процедурой определения точки росы для каждого микрообъема потока, как функции температуры. Такого рода связь хорошо известна и, обычно, формализуется в виде номограмм [10]. Однако, такой вид связи порождает определенные трудности для компьютерного моделирования. Для учета описанной связи, в модели процесса влажность определялась через выражение

$$\varphi = \frac{\rho(T)}{\rho_{i\ddot{a}n}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Описанная математическая модель была реализована на ЭВМ.

Для постановки численного эксперимента, направленного на функциональное моделирование эффекта «дождевая тень» были приняты следующие значения геометрических параметров : $x_H=20\ 000$ м, $x_K=40\ 000$ м, $H=50$ м, $u_{в.м.}=8$ м/с, $u_z=0,6$ м/с.

Граничные распределения температуры и влажности воздушной массы показано в таблицах расчетов (табл.1 и табл.2) как физические величины, наблюдаемые в расчетном сечении «А».

Высота расчетной области была ограничена 1000 м.

На рис.3 представлены результаты компьютерного эксперимента. Визуализированы линии тока, показывающие, как именно взаимодействуют горизонтальный и восходящий потоки.

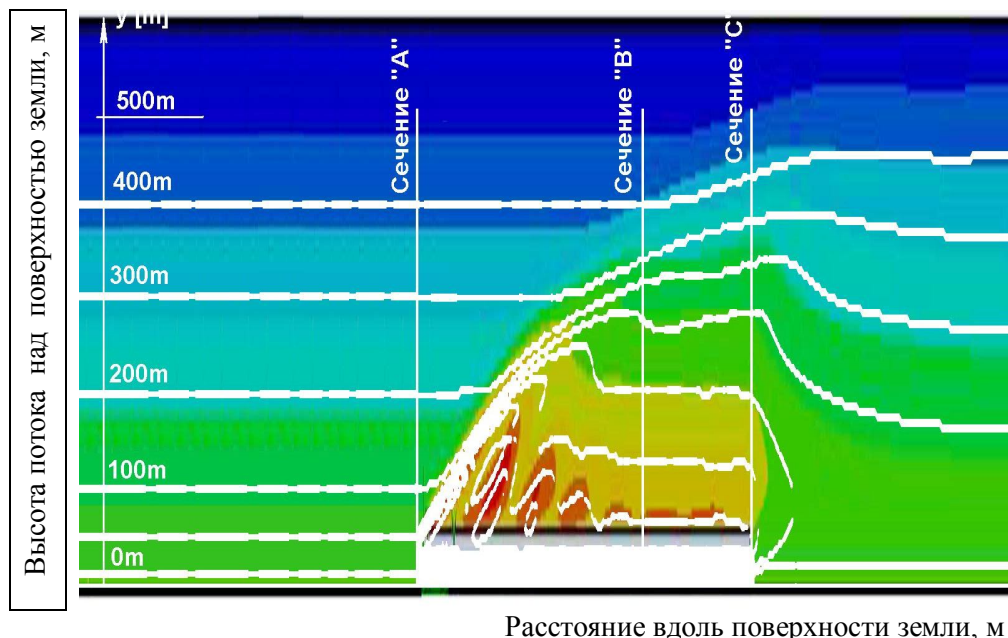


Рис.3. – Взаимодействие горизонтального и восходящего потоков воздуха над городом

Из рис.3 видно, что при назначенных геометрических условиях, смоделированная «картина» взаимодействия потоков 1 и 2 далека от идеальной, приведенной на рис.1. На самом деле максимум подъема воздушной массы приходится не на центр «теплого острова», а значительно смещается в направлении потока, достигая своего максимума, практически на городской черте.

Для удобства анализа в таблицу 1 сведены температуры, в зависимости от высоты, по четырем характерным сечениям – «А», «В», «С», «D», указанным на рис.3.

Таблица 1

Высота у [m]	Температура [С] / Перепад температур [С]			
	Сечение «А»	Сечение «В»	Сечение «С»	Сечение «D»
1000	13,0	13,0/0,0	13,0/0,0	13,0
900	14,2	13,4/0,8	13,2/1,0	14,4
800	15,4	13,8/1,6	13,4/2,0	15,8
700	16,6	14,2/2,4	13,6/3,0	17,2
600	17,8	14,6/3,2	13,8/4,0	18,6
500	19,0	15,0/4,0	14,0/5,0	20,0
400	20,2	15,4/4,8	14,2/6,0	21,4
300	21,4	15,8/5,6	14,4/7,0	22,8
200	22,6	16,2/6,4	14,6/8,0	24,2
100	23,8	16,6/7,2	14,8/9,0	25,6
0	25,0	–	–	27,0

Зная распределение температур в общем потоке и распределение влажности воздуха на границе расчетной области, можно получить распределение влажности по всему потоку.

В таблицу 2, построенную аналогично таблице 1, сведена влажность воздуха в зависимости от высоты, по четырем характерным сечениям – «А», «В», «С», «D», указанным на рис.3.

Особый интерес представляют поля таблицы 2, в которых расчетная влажность воздуха оказалась более 100%. Фактически, это означает выпадение осадков, связанных с возмущениями потока 1, вызванными «прохождением» над городом. Сопоставляя эти данные с рис.3, можно видеть, где именно выпадут эти осадки.

Таблица 2

Высота у [m]	Влажность воздушной массы [%]			
	Сечение «А»	Сечение «В»	Сечение «С»	Сечение «D»
1000	74,90	74,92	74,91	68,20
900	73,41	78,91	80,21	66,58
800	71,92	82,92	85,52	64,96
700	70,43	86,93	90,83	63,34
600	68,94	90,94	96,14	61,72
500	67,45	94,95	> 100	58,11
400	65,96	98,96	> 100	56,48
300	64,47	> 100	> 100	53,86
200	62,98	> 100	> 100	51,24
100	61,49	> 100	> 100	49,62
0	60,11	–	–	47,31

Прослеживание линий тока (Рис.3) и сопоставление температур сечений «А» и «D» (Таб.1) говорит о том, что в конце расчетной области поток еще не восстановил свое «невозмущенное» состояние. Однако, даже с учетом этого обстоятельства, сравнение влажности воздуха в сечениях «А» и «D» (табл. 2) достаточно показательно. Потерянная над городом влага приводит, при восстановлении нормального распределения температур по высоте, к значительному (до 13%) снижению влажности воздуха и, как следствие, дефициту влаги на пригородной территории.

Выводы

1. Предложенная математическая модель движения воздушных потоков в промышленной зоне индустриального объекта позволяет учесть влияние промышленной зоны на прилегающие к ней сельскохозяйственные угодья, а также дифференцировать влияние промышленных объектов различного типа на микроклимат и природный потенциал местности.

2. Предлагаемый подход позволяет моделировать рисковые ситуации природного– антропогенного характера с целью прогнозирования их последствий.

Список использованных источников:

1. Білявський Г. О. Основи екології: підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Коваленко Г. Д. Возможности использования системного и ландшафтного анализа для комплексной экологической оценки влияния техногенных объектов на окружающую среду/ Г. Д. Коваленко, С. А. Сегеда // Проблемы охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. / УкрНДІЕП. – Х., 2009. – С. 29– 37.
3. Николайкин Н.И. Экология: учеб. для вузов / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.
4. Кучерявий В. П. Урбоекологія : підручник / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2001– 440 с.
5. Елагин Б. Т. Основы экологии городской застройки: учебное пособие / Б. Т. Елагин. – К.: УМК ВО, 1990. – 56 с.
6. Чистякова С. Б. Охрана окружающей среды : учеб. для вузов спец. «Архитектура» / С. Б. Чистякова. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.
7. Остров тепла [Электронный ресурс]//Heat– Island Effect.Climat Change.Ru. – Режим доступа: [http:// climatechange.ru./node/240](http://climatechange.ru./node/240)
8. Дождевая тень [Электронный ресурс]// Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
9. Тунакова Ю. А. Управление экологической безопасностью территории на основании разработанной технологии расчетного экологического мониторинга / Ю. А. Тунакова, С.В.Новикова, Е.С.Исмаилова// Эколого– правовые и экономические аспекты безопасности регионов : материалы V международной научно– практической конференции при участии молодых ученых и студентов. – Харьков, 2010. – С. 72– 73.
10. Евменов В. В. Справочник по физике : справочн. для вузов техн. Специальностей / В. В. Евменов, Н. И. Лазаренко. – М. : Мозырь Белый ветер, 2006. – 136 с.

Рецензент: А.М. Берестовой
д-р техн. наук, проф., АМИ ОНМА

Статья поступила 28.03.2011

УДК 331.45

Шапошникова С.В.¹, Чигарьев В.В.²
УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ОХОРОНОЮ ПРАЦІ

У статті запропонована удосконалена інформаційна модель системи управління охороною праці, визначена структура інформаційних потреб фахівців з охорони праці.

Ключові слова: система управління охороною праці, інформаційна модель, інформаційні потреби фахівців з охорони праці.

Шапошникова С.В., Чигарев В.В. Усовершенствование информационной модели системы управления охраной труда. В статье предложена усовершенствованная информационная модель системы управления охраной труда, определена структура информационных потребностей специалистов по охране труда.

Ключевые слова: система управления охраной труда, информационная модель, информационные потребности специалистов по охране труда.

¹ канд. техн. наук, доцент, «Мариупольский государственный университет», г. Мариуполь

² д-р техн. наук, профессор «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь