

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ  
В АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОМ  
РЕГИОНЕ**

---

---

**СРЕДЫ ЖИЗНИ, ИХ ОХРАНА  
И ВОССТАНОВЛЕНИЕ**



Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОМ  
РЕГИОНЕ**

**СРЕДЫ ЖИЗНИ, ИХ ОХРАНА  
И ВОССТАНОВЛЕНИЕ**

Монография

Владивосток  
Дальнаука  
Издательство ВГУЭС  
2016

УДК 502.1  
ББК 20  
Э40

*Рецензенты:* В.С. Пушкарь, д-р геогр. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры экологии и природопользования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса;  
О.В. Храпко, д-р биол. наук, главный научный сотрудник Ботанического сада-института ДВО РАН

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
Э40 И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АЗИАТСКО-  
ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ: Среды жизни, их охрана и вос-  
становление [Текст] : монография / науч. ред. Н.К. Христо-  
форова, Н.В. Иваненко. – Владивосток : Дальнаука, Изд-во  
ВГУЭС, 2016. – 142 с.**

ISBN 978-5-8044-1586-1

ISBN 978-5-9736-0355-7

Отражены основные направления работ научных коллективов Дальневосточного отделения Российской академии наук и Японии, Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, Дальневосточного федерального университета, посвященных наиболее значимым прикладным исследованиям в области геоэкологии, охраны окружающей среды, рационального использования почвенных и биологических ресурсов (растительные ресурсы суши, морские биологические ресурсы – объекты промысла), а также актуальным проблемам биомониторинга.

Для широкого круга специалистов в области экологии, почвоведения, биогеохимии, биотехнологии, аспирантов и студентов старших курсов естественно-научных направлений подготовки вузов, а также специалистов, принимающих решения в сфере хозяйственной деятельности и государственного управления.

ISBN 978-5-8044-1586-1

ISBN 978-5-9736-0355-7

© Дальнаука, 2016

© Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, оформление, 2016

© Коллектив авторов, текст, 2016

Ministry of Education and Science of the Russian Federation

Vladivostok state university of economics and service

---

**ECOLOGICAL CHALLENGES OF NATURE  
MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL  
PROTECTION IN THE ASIA-PACIFIC  
REGION**

*Life environments, their protection and restoration*

Monografiya

Vladivostok  
Dalnauka  
VSUES  
2016

УДК 502.1  
ББК 20  
Э40

Reviewer: *V. Pushkar*, Dr. Sci, Geography, Senior Researcher, Professor of Department of Ecology and Nature Management of Vladivostok State University of Economics and Services;  
*O. Hrapko*, Dr. Sci, Biology, Senior Researcher of Botanic Gardens (Insitute) of Far Eastern Branch of Russian Academy of Science

**Э40 ECOLOGICAL CHALLENGES OF NATURE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE ASIA-PACIFIC REGION.** *Life environments, their protection and restoration* / ed. Dr. Sci, Biology, Prof. N. Khristophorova, PhD, Biology, Assoc. Prof. N. Ivanenko. – Vladivostok: Dalnauka; Publishing house of Vladivostok state univer-sity of economics and service, 2016. – 142 p.

ISBN 978-5-8044-1586-1  
ISBN 978-5-9736-0355-7

The publication describes the results of the scientific researches dedicated to the important applied studies in geoecology, environmental protection, rational use of soil and biology resources (biotic resources of land and sea, fishery resources) and today challenges of biomonitoring conducted by the teams of Far Eastern Branch of Russian Academy of Science and The Japan Academy, Pacific Scientific Research Fisheries Centre, Vladivostok State University of Economics and Services and Far Eastern Federal University. The publication would be of interest for a wide variety of professionals working in the fields of ecology, soil studies, biogeochemistry, biotechnology, postgraduate students of natural studies and government workers involved in decision making the state economy.

ISBN 978-5-8044-1586-1  
ISBN 978-5-9736-0355-7

© Dalnauka, 2016  
© Vladivostok state university of economics and service, publication, 2016  
© Group of authors, text, 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

|  |           |
|--|-----------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ .....  | 10        |
| <b>Раздел I. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ОХРАНА<br/>НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1. Геоэкологические проблемы разработки рудных и россыпных месторождений<br>золота на примере Амурской области (Н.В. Моисеенко, И.В. Кузнецова) .....  | 12        |
| 1.2. Основные экологические проблемы почвенного покрова Дальнего Востока<br>России (В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский).....  | 20        |
| 1.3. Проблема нормирования тяжелых металлов в почвах на примере агроценозов<br>юга Дальнего Востока (В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский).....   | 23        |
| 1.4. Диагностика полигенетичности в буроземах прибрежно-островной зоны<br>Приморья (Б.Ф. Пшеничников, М.С. Лящевская, Н.Ф. Пшеничникова,<br>Е.Г. Зубахо) .....   | 26        |
| 1.5. Modeling of greenhouse gas emission from soils<br>under different ecosystem (A. Kadono) .....   | 32        |
| 1.6. Экологические проблемы современной автомобилизации городов<br>(на примере г. Владивостока) (И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко) ....   | 37        |
| 1.7. Перспективы получения ряда функциональных соединений с использованием<br>отходов производства риса (Л.А. Земнухова, С.Б. Ярусова, Н.В. Макаренко,<br>А.Н. Холомейдик, Г.А. Федорищева, П.С. Гордиенко, И.А. Шабалин)..... | 41        |
| 1.8. Спектрофотометрический фотоабсорбционный тест<br>как экологическая оценка состояния зеленых растений (В.М. Колдаев) .....   | 56        |
| 1.9. Состояние фонда фотосинтетических пигментов как показатель степени<br>адаптации хвойных видов (М.С. Титова).....  | 61        |
| 1.10. Создание плантаций маакии амурской ( <i>Maackia amurensis</i> Rupr. Et Maxim.)<br>в естественных и культурных фитоценозах (В.А. Полещук, Л.И. Моисеенко) .....   | 65        |
| 1.11. Экологические аспекты в ботаническом ресурсоведении (изучение <i>Patrinia<br/>rupestrus</i> ) (О.Г. Зорикова, П.С. Зориков).....   | 71        |
| 1.12. Биохимическая адаптация <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. в условиях<br>урбанистического стресса (А.Ю. Маняхин, П.С. Зориков).....   | 77        |
| 1.13. Айлант высочайший ( <i>Ailanthus altissima</i> ) на Горнотаежной<br>станции ДВО РАН (С.В. Горохова).....   | 82        |
| 1.14. Белокопытник японский – источник БАВ<br>для функциональных продуктов (С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова) .....  | 87        |
| 1.15. Управление природопользованием в Приморском крае (М.В. Максимов,<br>Л.В. Якименко, И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко).....  | 93        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Раздел II. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ЗОНЕ.<br/>МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ.....</b>  | <b>101</b> |
| <b>2.1. Оценка уровней содержания микроэлементов в морских промысловых<br/>объектах Дальневосточного бассейна (Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кикю).....</b>      | <b>101</b> |
| <b>2.2. Хлорорганические пестициды в рыбах Японского<br/>и Охотского морей (О.Н. Лукьянова, М.Д. Боярова, В.Ю. Цыганков,<br/>Н.К. Христофорова) .....</b> | <b>109</b> |
| <b>2.3. Ресурсы поверхностных и морских вод Камчатки и перспективы<br/>их использования (Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, Е.В. Тарасова) .....</b>           | <b>114</b> |
| <b>2.4. Проблемы загрязнения городских водотоков (Т.С. Вишкова) .....</b>   | <b>126</b> |
| <b>Информация об авторах .....</b>  | <b>136</b> |

# CONTENTS

---

|  |           |
|--|-----------|
| INTRODUCE .....  | 10        |
| <b>Chapter 1. SOIL AND VEGETATION RESOURCES, AND ENVIRONMENTAL PROTECTION (THE LAND AND AIR ZONES) .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>1.1. Geoecological problems of ore and placer gold deposits' development by the example of the Amur region (N.V. Moiseenko, I.V. Kuznetsova).....</b>   | <b>12</b> |
| <b>1.2. Ecological problems in the soil cover on the south far east of Russia (the role of anthropogenic factor) (V.I. Golov, M.L. Burdukovskii).....</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.3. The problem of heavy metals normalization an example of agrocenoses of the South Far East Region (V.I. Golov, M.L. Burdukovskii).....</b>  | <b>23</b> |
| <b>1.4. Diagnosing Polygenetic Origin of Burozems in Maritime and Insular Zone of Primorye (B.F. Pshenichnikov, M.S. Lyashchevskaya, N.F. Pshenichnikova, E.G. Zubakho) .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>1.5. Modeling of greenhouse gas emission from soils under different ecosystem (A. Kadono) .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>1.6. Ecological problems of modern urban motorization (for example, the city of Vladivostok) (I.Yu. Grivanov., N.V. Ivanenko, L.V. Yakimenko) .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>1.7. The prospects of receiving a number of functional compounds using rice production waste (L.A. Zemnukhova, S.B. Yarusova, N.V.Makarenko, A.N.Kholomeiydik, G.A. Fedorishcheva, P.S. Gordienko, I.A. Shabalin) .....</b> | <b>41</b> |
| <b>1.8. The spectrophotometry test of photoabsorption as valuing of state of green plants (V.M. Koldaev).....</b>  | <b>56</b> |
| <b>1.9. State fund photosynthetic pigments as a measure of adaptation of conifers species (M.S. Titova).....</b>   | <b>61</b> |
| <b>1.10. Developing of plantations of developing of plantations of <i>Maackia amurensis</i> Rupr. Et Maxim. in natural and artifiial habitats (V.A.Poleschuk, L.I. Moiseenko).....</b>   | <b>65</b> |
| <b>1.11. Ecological aspects in botanical resourse study (invstigation of <i>Patrinia rupestris</i>) (O.G. Zorikova, P.S. Zorikov).....</b>   | <b>71</b> |
| <b>1.12. Biochemical adaptation of <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. in conditions of urban stress (A.Yu. Manyakhin, P.S. Zorikov) .....</b>   | <b>77</b> |
| <b>1.13. <i>Ailanthus altissima</i> at Gornotayezhnaya station (S.V. Gorokhova).....</b>   | <b>82</b> |
| <b>1.14. <i>Petasites japonicus</i> – a source of biologically active compounds for functional foods (S.V. Zhuravleva, T.M. Boytsova).....</b>   | <b>87</b> |
| <b>1.15. Management and protection of natural resources in Primorskiy Region (M.V. Maksimov, L.V. Yakimenko, I.Yu. Grivanov, N.V. Ivanenko).....</b>   | <b>93</b> |



---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Chapter II. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE COASTAL AND SEA ZONES. MARINE BIORESOURCES</b> .....  | 101 |
| <b>2.1. Assessment of the levels of trace elements in marine fisheries of the Far Eastern seas</b> ( <i>L.T. Kovekovdova, D.P. Kiku</i> ).....                                     | 101 |
| <b>2.2. Persistent organochlorine pesticides in fish from Japan Sea and the Sea of Okhotsk</b> ( <i>O.N. Lukyanova, M.D. Boyarova, V.Yu. Tsygankov, N.K. Khristophorova</i> )..... | 109 |
| <b>2.3. Marine and surface waters resources of Kamchatka and the prospects of their use</b> ( <i>N.V. Ivanenko, L.V. Yakimenko, E.V. Tarasova</i> ).....                           | 114 |
| <b>2.4. Problems of urban streams pollution</b> ( <i>T.S. Vshivkova</i> ) .....  | 126 |
| <b>Information about authors</b> .....   | 139 |

## ПРЕДИСЛОВИЕ

## INTRODUCE

---

Дальний Восток – очень богатый край. Но когда мы говорим о том, чем наградила щедрая природа наш прилежащий к морю-океану регион, то подчеркиваем, что, в первую очередь, это край рыбы, леса и полезных ископаемых. Каждое из этих богатств имеется во всех субъектах Дальневосточного федерального округа, но у одних больше леса, у других – рыбы, у третьих – полезных ископаемых. Нефть, газ, уголь, золото, серебро, платина, алмазы, лососи, сельдь, минтай, кальмары, камчатский краб, креветки, трепанг, приморский гребешок, морские млекопитающие, морская капуста. Можно еще долго называть хорошо знакомые нам органические и неорганические природные ресурсы региона. А еще красота гор, рек, озер, оздоравливающая сила горячих источников и минеральных вод и, конечно, море со всей его мощью, геологическими и биологическими ресурсами, со всем тем, что оно нам дает.

Однако наши ресурсы еще недостаточно изучены. Вот, к примеру, лес. Ведь это не только древесина, это и масса недревесных растительных объектов. Мы знаем их малую толику – орехи (кедровый, лещина, маньчжурский), женьшень, папоротник, черемшу, виноград, смородину, шиповник. А сколько еще малоизвестных лечебных и богатых витаминами трав, которые знакомы лишь знатокам леса! И лес, и недревесные лесные ресурсы есть в каждом из субъектов ДВФО, даже в таком малолесном крае, как Чукотский автономный округ. Особенно велико растительное разнообразие в Приморье. И знакомят нас с этой красотой, великолепием и богатством, прежде всего, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова, академические и отраслевые институты, университеты, заповедники и национальные парки. О богатстве природы, о необходимости её охраны говорит количество охраняемых природных территорий. В нашем небольшом крае (менее 1% территории РФ) находятся шесть заповедников (как и в Хабаровском крае, который во много раз больше по площади) и уже четыре национальных парка («Зов тигра», «Удэгейская легенда», «Земля леопарда» и «Бикин», который еще в стадии становления). Здесь охраняются редкие и исчезающие виды не только растений, но и животных – тигр, леопард, горал, другие виды млекопитающих и беспозвоночных, большое количество редких насекомых и птиц.

Конечно, все это обилие и богатство видов досталось нам благодаря климату и почвам и будет поддерживаться благодаря чистому воздуху, чистым водам, чистым и плодородным почвам, бережному и грамотному отношению природопользователей. Растительным и почвенным ресурсам, описанным крупными учеными, известными специалистами и мастерами своего дела, посвящена основная часть первого раздела книги.

Второй раздел книги посвящен морским биологическим ресурсам. Большое внимание здесь уделено важнейшему объекту промысла – тихоокеанским лососям. О них, о содержании в их органах и тканях тяжелых металлов и пести-

цидов в книге приведена совершенно новая информация, чрезвычайно важная для потребителей этого ресурса. Рассмотрены также камбаловые, терпуги, минтай и другие виды промысловых рыб, а также морские водоросли. Редкой информацией являются данные о содержании микроэлементов в так называемых валютных объектах промысловых ракообразных дальневосточных морей – крабе-стригуне, камчатском крабе, трех видах креветок.

В целом, книга несет редкую и очень актуальную информацию о ресурсах Дальневосточного региона, об их использовании и охране, т.е. о рациональном природопользовании как на суше, так и на море, и будет полезна широкому кругу биологов, экологов, технологов-переработчиков природного сырья, жителям края и региона.

*Надежда Константиновна Христофорова,  
д-р биол. наук, профессор*

**Раздел I**  
**ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**  
**И ОХРАНА НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ**

**Chapter 1**  
**SOIL AND VEGETATION RESOURCES,**  
**AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**  
**(THE LAND AND AIR ZONES)**

---

**1.1. Геоэкологические проблемы разработки рудных  
и россыпных месторождений золота на примере  
Амурской области**

**Н.В. Моисеенко, И.В. Кузнецова**

**Geoecological problems of ore and placer gold  
deposits' development by the example of the Amur region**

**N.V. Moiseenko, I.V. Kuznetsova**

*The major problems of environmental impact of gold mining in Amurskaya oblast and causes of environmental mercury and other harmful chemical elements contamination along with influence of accumulative pollutants considered in this study. Abatement of gold mining pollution is offered.*

По данным информационного агентства Thomson Reuters GFMS, по итогам 2014 года Россия увеличила производство золота на 7% до 272 т, оттеснив со второй строчки Австралию (269,7 т) [1]. Амурская область – одна из ведущих в России по добыче золота, суммарные запасы превышают 300 т, прогнозные ресурсы приближаются к 7 тысячам. Золотодобыча в регионе имеет более чем 150-летнюю историю. В 2014 г. в области добыто 7,18 т россыпного и 22,32 т рудного золота. До сих пор в Амурской области в разработке находятся более 300 россыпей, задействовано около 30 драг и более 350 промприборов. При таких масштабах россыпной золотодобычи в области за десятки лет «перелопачены» сотни речных долин, ежегодно нарушается более 1500 га земель, перерабатывается более 170 млн м<sup>3</sup> горной массы и используется 1500 млн м<sup>3</sup> речной воды [2]. С введением в эксплуатацию рудников «Покровский», «Пионер», «Березитовый», «Бамский», ЗАО «Маломырский рудник» добыча коренного золота заняла лидирующую позицию. К сожалению, возникающие при промышленном освоении месторождений продукты техногенеза формируют экологически опас-

ные ореолы и потоки рассеяния химического загрязнения среды тяжелыми металлами, негативно влияющими на состояние экосистем.

Существующие в настоящее время технологии переработки золотосодержащего сырья приводят к возникновению целого ряда экологических проблем: загрязнению атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, образованию значительных объемов промышленных отходов и нарушению биологического разнообразия.

### **Атмосферные проблемы**

Основным загрязняющим компонентом атмосферного воздуха (73,3%) является неорганическая пыль, образующаяся при добыче, транспортировке, подготовке и укладке руды. При горных работах происходит загрязнение атмосферы пылью, соединениями углерода, азота и свинца, что вызвано использованием взрывчатых материалов при добыче рудного золота и мощной землеройно-погрузочной техники. Отмечается загрязнение атмосферы от установок кучного выщелачивания, хвостохранилищ и стационарных источников. Наиболее существенное влияние оказывают хвостохранилища, поверхность которых подвергается ветровой эрозии. При открытой разработке месторождений карьерами происходит значительное нарушение поверхности и резко возрастает масса извлекаемой породы [3]. В местах отработки появляются большие объемы отвалов породы, которая из-за низких содержаний в ней рудных компонентов не идет на переработку. Практикуемое использование подобной породы для строительных целей и дорожных покрытий также может привести к ухудшению экологической обстановки, при этом неблагоприятные последствия могут проявиться через значительное время. Кроме того, в районах проведения работ по добыче золота тяжёлая техника, передвигаясь по лесным урочищам в пожароопасные периоды, может являться одним из источников возникновения пожаров. С другой стороны, существование в течение длительного времени отработанных речных долин со слабо развитой растительностью на техногенных отвалах может рассматриваться как противопожарные полосы.

### **Водные проблемы**

Важное место среди современных природоохранных проблем занимает проблема рационального водопользования и охраны малых рек от загрязнения и истощения. Отсутствие в северных районах Амурской области гидростов не даёт возможности создать полную картину техногенного влияния на водотоки. В соответствии с нормативными требованиями организованный сброс сточных вод при проведении горных работ в водотоки отсутствует. Химическая очистка в системе оборотного водоснабжения в специально создаваемых для этого отстойниках не защищает полностью основной водоток от отрицательного влияния горных работ. Наибольшая степень загрязнения технологических вод при разработке золота происходит за счёт физического загрязнения их тонкими твёрдыми взвесями. Взвеси образуются при уничтожении растительного покрова и взрыхлении аллювиальных отложений. Загрязнение поверхностных вод взвесями характеризуется высокой интенсивностью и большим площадным распространением. Даже после завершения работ взвеси продолжают оказывать негативное воздействие на качество воды в реках в течение многих лет. Вследствие отработок происходит зарегулирование и перераспределение поверхностного стока, русло реки разбивается на множество рукавов, происходит умень-

шение скорости течения и глубины водотока, повышается температура, снижается количество растворённого кислорода. Водоёмы в пределах техногенного полигона соединяются между собой, что способствует перераспределению накопленного тепла по всему полигону. Как следствие этого – увеличивается период стока на 5–10 дней. В связи с уничтожением мерзлоты и понижением уровня грунтовых вод часть поверхностного стока переходит в подземный.

Десятилетиями для увеличения степени извлечения золота из россыпей применялась металлическая ртуть, которая использовалась не только на стадии доводки шлиха, но и на стадии получения гравитационного концентрата за счёт обильного полива шлюзов. Большое количество ртути вместе с золотом поступало на доводочные устройства, где после выделения золота ртуть попадала в «хвосты» и сбрасывалась в хвостохранилища. Содержание ртути в хвостохранилищах приисков и старательских артелей достигает нескольких килограммов на тонну. Хвостохранилища обычно устраиваются в понижениях рельефа (в долинах ручьёв и рек). После отработки очередного участка работ артель перебазировается на новое место, оставляя в брошенном посёлке заражённые ртутью отходы золотодобычи. Иногда за счёт изменения русел либо из-за влияния паводковых вод этот материал попадает в долины рек. Только на территории Амурской области количество привнесённой в окружающую среду металлической ртути в процессе золотодобычи оценивается ориентировочно в 500 т [4, 5]. Помимо ртути, в зону аэрации выводятся связанные в минералах такие элементы, как мышьяк, свинец и другие тяжёлые металлы. Большое влияние на окружающую среду оказывают торфы. По [2], торф содержит 11–12% водорастворимых органических веществ, которые вымываются осадками и поверхностными водами и служат источниками фенолов, нитратов, углеводов типа лёгких бензинов. При вскрыше торф аэрируется, в нём развиваются аэробные микробиологические процессы, которые способствуют увеличению подвижной органики, попадающей в итоге в реки.

При отработках коренных месторождений золота используются технологии подземного выщелачивания, при этом происходит нарушение естественного состояния подземных горизонтов, которое приводит к загрязнению подземных вод. Сточные воды горно-обогачительных производств являются сложными водно-химическими системами и отличаются по: вещественному составу перерабатываемых руд, схемам переработки и используемым реагентам. В результате переработки руд остаточные растворы, как правило, содержат: свободные цианиды, роданиды и другие цианистые соединения металлов (сливы золотоизвлекательных заводов и хвостохранилищ обогачительных фабрик), катионы тяжёлых и редких металлов (сливы сгустителей, отстойников и хвостохранилищ обогачительных фабрик), органические примеси, твердые взвеси, а также стоки, отличающиеся повышенной кислотностью (шахтные воды, сливы хвостохранилищ гравитационных фабрик, промывных снарядов, драг и др.) [6].

Особенно сильное влияние на состояние окружающей среды оказывают изменения в приповерхностной области рудных месторождений. Самыми существенными в этом отношении являются процессы окисления и растворения сульфидов, приводящие к возникновению хорошо растворимых в воде сульфатов. Горные породы, складываемые в техногенные минеральные объекты, в период хранения подвергаются сложному процессу преобразований, происходящих под влиянием многих физических, химических и биохимических факторов. Под воздействием воды и содержащихся в ней активных агентов в горных поро-

дах протекают процессы растворения, выщелачивания, окисления, гидратации, замещения, гидролиза и диффузии [7]. Наиболее опасными компонентами в отходах горнодобывающих предприятий являются сульфидные минералы. При их окислении группа токсичных компонентов переходит в раствор и начинает интенсивно мигрировать в подземных и поверхностных водах [8].

### **Почвенно-геоморфологические проблемы**

Разработка месторождений полезных ископаемых приводит к образованию территорий, которые классифицируются как категория нарушенных земель. Анализ результатов биолого-почвенных исследований показывает, что нарушенные земли даже по истечении длительного периода времени отличаются от существовавших до техногенного воздействия. Наиболее ярко это проявляется в северных районах области, характеризующихся экстремальными климатическими условиями и сплошным распространением многолетнемерзлых пород. Особенностью россыпных месторождений северных районов области является их размещение в зоне многолетней мерзлоты. Под влиянием отработок на нарушенных днищах долин отмечается увеличение глубин сезонного протаивания и формирование техногенных таликовых зон, происходит глубокая водно-тепловая мелиорация речных долин. При добыче коренного золота открытым способом также происходят изменения мерзлотного режима почв и пород. В результате освоения месторождений происходит уничтожение первичных почв как таковых. Отсутствие тонких фракций, которые являются минеральной основой почвенно-поглощающего комплекса, является причиной дефицита необходимых для жизни растений запасов питательных веществ. Именно это является одним из основных факторов, из-за которого галечные отвалы не зарастают в течение десятков лет.

После окончания горных работ формируется совершенно новый тип местности: техногенные воронки больших размеров (карьеры), отвалы различного генетического типа, техногенные водоёмы. По сравнению с естественными геоморфологическими комплексами техногенные отвалы характеризуются более активными склоновыми и эрозионными процессами. Использование мощной техники, позволяющей выносить на дневную поверхность глубокозалегающие горные породы, затрудняет процесс почвообразования. В качестве основного показателя, позволяющего количественно охарактеризовать степень изменения ландшафта, используется объём переработанной горной массы и площадь нарушенных территорий. Восстановление нарушенных территорий должно включать противозерозионные мероприятия и рекультивацию земель.

### **Биологические проблемы**

В механизме саморегулирования природных комплексов биотическому фактору принадлежит ведущая роль. В северных районах Амурской области растительность является наиболее видимым индикатором антропогенного воздействия. Поэтому острота экологических проблем во многом пропорциональна степени деградации растительного покрова и потерям видового разнообразия. Полное уничтожение растительного покрова, отличающегося наибольшей мозаичностью и видовым разнообразием, происходит при проведении вскрышных и добычных работ. Несмотря на относительно небольшую площадь распространения, ограниченную горным отводом, степень проявления этой проблемы достигает максимальной интенсивности. Происходит уничтожение уникальных

растительных формаций, снижается биоразнообразие, уменьшается биопродуктивность, увеличивается деградация оленьих пастбищ. Наиболее «болевая» точка, характеризующая трансформацию зоогенофонда при разработке месторождений золота, – истощение рыбных запасов и уничтожение нерестилищ. При отработке россыпных месторождений с использованием многолетнего амальгамного способа извлечения золота происходит значительное загрязнение окружающей среды ртутью. Долины многих малых рек и их притоков к настоящему времени насыщены техногенными отвалами, содержащими те или иные количества ртути. В районах золотодобычи ртуть накапливается в почвах, донных отложениях водоемов, растениях и воздухе; у людей часто обнаруживаются признаки ртутной интоксикации. Наиболее токсичной формой ртути является метиловая ртуть, которая образуется при воздействии на нее продуктов гниения органического вещества. Данное органическое вещество, как правило, можно встретить в приливно-отливных маршах или в водохранилищах возле дамб, оно обладает свойством превращения металла в органическую метиловую ртуть. Ртуть органического происхождения накапливается в жировых отложениях животных и очень медленно выводится из организма. В тканях хищника, употребляющего в пищу мелких животных, находящихся на низких ступенях пищевой цепи, постепенно накапливается столько ртути, сколько содержалось в организме этих мелких животных вместе взятых, поэтому уровень ртути в одной особи рыбы может быть во много раз выше, чем в воде, в которой она обитает. Поскольку живой организм, включая человека, поглощает ртуть быстрее, чем это вещество выводится из организма, ртуть имеет свойство со временем накапливаться в тканях. Если в какой-то момент времени в организм перестает поступать ртуть, это вещество будет постепенно выводиться из тела животного или человека. Если, напротив, поступление ртути продолжится, организм перестанет справляться с ее количествами и произойдет интоксикация организма.

Золоторудные предприятия Приамурья в зависимости от технологии обогащения руд и состава оказывают разное по характеру и интенсивности, а также по экологическим последствиям воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Главным негативным экологическим фактором технологии кучного выщелачивания является использование опасных химических реагентов [9–11]. Цианирование считается более безопасной альтернативой амальгамации, которая ранее была основным методом извлечения золота [12]. Для растворения и извлечения золота из руды используется цианид в форме очень слабого раствора цианид натрия. Нормальная концентрация в рабочем растворе колеблется от 0,01% до 0,05% (100–500 частей на миллион) [13]. Для того чтобы ионы цианида не преобразовались в токсичный цианидный газ  $\text{HCN}$ , с помощью добавления извести или другой щелочи поднимается уровень pH итогового раствора [14]. При грамотном использовании цианид относительно безопасен и практически не вредит окружающей среде. Токсичность цианида повышается при уменьшении количества растворенного кислорода в воде, а при понижении температуры воды до  $12^\circ\text{C}$  увеличивается втрое. В связи с этим представляют опасность внештатные ситуации, возникающие на предприятиях, которые сопровождаются попаданием в окружающую среду продуктов цианирования. Цианид токсичен для водной фауны и флоры, особенно для рыбы, которая в тысячу раз чувствительней к данному химикату, чем человек [15, 16]. Так, содержание 5 мг цианида в литре воды ведет к нарушениям репродуктивной функции рыб, нарушения других функций организма рыб наблюдались при концентрации цианида в



10 мг на литр. Другие цианидсодержащие соединения (например, циановый хлорид) являются более токсичными для рыб, чем свободные цианиды. Тиоцианат, например, может вызвать у форели «синдром внезапной смерти» частично в результате ответной реакции на стресс, а также вследствие способности тиоцианата в отличие от свободных цианидов накапливаться в организме рыбы [17]. За последние 50 лет в горнодобывающей отрасли зафиксировано двенадцать инцидентов с попаданием цианидов в окружающую среду [18, 15, 19, 20]. Из-за прорыва плотины хвостохранилища отходов цианидов на Караменском ГОК в августе 2009 г. произошло отравление людей, гибель рыбы и растительности [21].

Высвобождение элементов, в том числе и токсичных, при окислении сульфидов и их миграция в подземные воды может приводить к широкому рассеиванию компонентов с последующим концентрированием их в различных объектах окружающей среды. Значительное влияние на переход элементов из рудных тел в растворы оказывают микроорганизмы. Под действием бактерий в раствор переходит металлов в несколько тысяч раз больше, чем при простом окислении. Многие выносимые в процессе окисления элементы накапливаются в донных илах, особенно при наличии в них гидроокислов железа и марганца и органического вещества. Наблюдается рост содержания рудных элементов в почвах и растениях. Растения можно сравнить с мощными насосами, перекачивающими минерализованные растворы на дневную поверхность. Отмирание зеленой массы растений приводит к повторному и часто более сильному загрязнению тяжелыми металлами поверхностного слоя почв, а ее сжигание – к загрязнению атмосферы. В областях влияния зон окисления сульфидных месторождений отмечено угнетающее, а иногда и губительное воздействие высвобождающихся из рудных минералов токсичных элементов на растительные сообщества. Развитие гидрогеохимических и биогеохимических ореолов рассеяния рудных компонентов значительно расширяет области влияния месторождений на окружающую среду, а высокая миграционная способность многих токсичных элементов сказывается на ухудшении общей экологической обстановки. Кроме того, в результате освоения территории происходит снижение численности диких животных и птиц, усиливается фактор беспокойства. Биотические проблемы имеют площадное и линейное распространение.

Этнографические проблемы связаны с уменьшением биологической продуктивности территорий (лесных и водных ресурсов), уменьшением площадей пастбищ и соответственно ухудшением среды обитания малых народностей. Эти проблемы становятся особенно значимыми в северных районах Дальнего Востока, где древесная растительность приурочена только к долинам рек. После добычи золота днища долин представляют собой “лунный” пейзаж в окружении голых склонов речных долин и гор (гольцов). На таких территориях ухудшаются условия гнездовой и уменьшается кормовая база не только для оленей, но и для других видов животных. Это не может не беспокоить малые народности, для которых оленеводство и рыболовство являются основными видами жизнеобеспечения.

### **Заключение**

В условиях высоких цен на золото (рост цен продолжался более 10 лет) стало выгодным перерабатывать бедные, труднообогатимые руды, техногенные отвалы, вовлекать в эксплуатацию забалансовые запасы, прежде считавшиеся не пригодными для рентабельной добычи по технологическим и экономическим

причинам. В результате многие ранее заброшенные и законсервированные рудники, карьеры и полигоны возобновили свою работу. В настоящее время объём запасов россыпного золота имеет устойчивую тенденцию к истощению вследствие интенсивной добычи и резкого снижения темпов прироста запасов. Установлено, что при добыче россыпного золота с применением существующих шлюзовых технологий суммарные технологические потери и потери металла в виде связанного золота в эфелях достигают 50% [22]. Объёмы песков техногенных россыпей золота с каждым годом увеличиваются в связи с тем, что на большинстве действующих предприятий извлечение мелкого золота осталось на низком уровне. Увеличению объёма золотосодержащих песков техногенных россыпей способствует также вовлечение в разработку объектов с повышенным содержанием микро- и наночастиц золота [23]. Территории с техногенными россыпями, на которых можно эффективно организовать повторную добычу, нужно выводить из плана обязательной рекультивации. В настоящее время россыпная золотодобыча производится карьерным способом драгами или промывающими приборами различных типов и сопровождается вырубкой лесов, снятием торфов, устройством дренажей и отстойников, загрязнением природной среды ГСМ и ртутью. Хвосты золотоизвлекательных фабрик (ЗИФ) золоторудных предприятий представляют потенциальную опасность, связанную с недостаточной степенью технического обустройства объектов размещения этих отходов. Гидрохимические аномалии и потоки рассеяния формируются в результате инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод через техногенные объекты. Интенсивное развитие золотодобывающей промышленности приводит к накоплению гигантских объёмов отходов (пустые породы, некондиционное сырьё, шламы, хвосты обогащения). Таким образом, предприятия по извлечению золота имеют негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровья населения. Для решения вышеперечисленных экологических проблем необходимо усилить мониторинг за состоянием техногенных территорий в зонах работы золотодобывающих предприятий, использовать ресурсосберегающие технологии, предотвращать аварийные сбросы, которые приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод отходами производства, применять наиболее эффективные способы очистки оборотных и сточных вод.

---

1. РФ на 2 месте по добыче золота в мире за 2014 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://gold.ru/news/rossija-na-2-meste-po-dobyche-zolota-v-mire-za-2014.html>

2. Савченко, И.Ф. Экология амурского золота / И.Ф. Савченко, В.В. Рачук, М.Н. Савченко // Экология и промышленность России. – 1997. – № 5. – С. 27–31.

3. Пискунов, Ю.Г. Экологические проблемы золотодобычи на примете Амурской области / Ю.Г. Пискунов, И.В. Кузнецова, И.Г. Борисова, А.Т. Коваль // Экология и промышленность России. – 2008. – Январь. – С. 32–35.

4. Коваль, А.Т. Ртуть в экосистемах Приамурья / А.Т. Коваль, Л.М. Павлова, В.И. Радомская и др. // Вестник ДВО РАН. – 2002. – № 4. – С. 94–103.

5. Харина, С.Г. Ртуть в окружающей среде / С.Г. Харина, А.Т. Коваль. – Благовещенск: ДальГАУ, 2001. – 40 с.

6. Солобоев, И.С. Пособие по оценке воздействия горного производства на окружающую среду и экологическому обоснованию хозяйственной деятельности

горных предприятий / И.С. Солобоев, Е.И. Лобов, А.Н. Александров и др. // Экологическая экспертиза. – 1997. – № 6. – С. 2–70.

7. Горное дело и окружающая среда: учебник. – М.: Логос, 2001. – 272 с.

8. Плюснин, А.М. Природные гидрогеологические системы, формирование химического состава и реакция на техногенное воздействие (на примере Забайкалья) / А.М. Плюснин, В.И. Гунин. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. – 137 с.

9. Меретуков, М.А. Золото: химия, минералогия, металлургия / М.А. Меретуков. – М.: Изд. дом «Руда и Металлы», 2008. – 528 с.

10. Иванков, С.И. Кондиционирование и очистка сточных вод в процессах водооборота при обогащении минерального сырья / С.И. Иванков // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. – 2004. – № 4. – С. 47–85.

11. Царьков, В.А. Современные тенденции развития технологии извлечения золота из коренных руд / В.А. Царьков, В.В. Доброскокин // Горный журнал. – 2000. – № 5.

12. Ophardt, C.E. Conversion of Gold Ore to Gold Metal. Virtual Chembook: Gold Processing. 2003 [cited 2012 July 30]; Available from: <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/327gold.html>

13. Minerals Council of Australia. Fact Sheet-Cyanide and its Use by the Minerals Industry. 2005. [cited 2005 March]; Available from: <http://www.infomine.com/library/publications/docs/MineralsCouncilAustralia2005.pdf>

14. Australia Government, Department of Resources, Energy and Tourism. Cyanide Management. 2008. [cited 2008 May]; Available from: Commonwealth of Australia. <http://www.industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-CyanideHandbook.pdf>

15. Eisler, R. and S.N. Wiemeyer. Cyanide Hazards to Plants and Animals from Gold Mining and Related Water Issues. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 2004. 183: p. 21-54.

16. UNEP/OCHA. The Cyanide Spill at Baia Mare, Romania: Before, During and After. P. Csagoly, Editor. 2000. The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe. [cited 2005 March]; Available from: <http://archive.rec.org/REC/Publications/CyanideSpill/ENG/Cyanide.pdf>

17. Цианид, ртуть и кислотные стоки – ядовитые спутники золота. Project Underground (Проект Андеграунд) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.pandia.ru/text/78/334/740.php>

18. Bosecker, K., Blumenroth, P. Microbial Treatment of Cyanide and Heavy Metals Containing Waste Water from Gold Mining / 17 International Mining Congress and Exhibition of Turkey. – IMCET'2001.

19. McNulty, T. Cyanide Substitutes / Terry McNulty // Mining Magazine. – Vol.184, №5, – May 2001. – P. 256–258, 260–261.

20. Hadfield, D.A Cyanide Story: Are We Doing Enough to Prevent Cyanide Spills? / Doug Hadfield // Mining and money. – 2008. Available from: <http://www.stockhouse.com/columnists/2008/april/28/a-cyanide-story--are-we-doing-enough-to-preventcy>.

21. Экологическая катастрофа в Магаданской области – цианиды движутся по рекам Туманной, Хасын и Армань? – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://forum-msk.org/material/news/1363489.html> (дата обращения 21.08.2014).

22. Афанасенко, С.И. Золотая жила техногенных отвалов / С.И. Афанасенко, А.Н. Лазариди / Золотодобыча. – 2009. – № 133. – С. 33–35.

23. Кузнецова, И.В. Геология, тонкодисперсное и наноразмерное золото в минералах россыпей Нижнеселемджинского золотоносного узла (Приамурье): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. / И.В. Кузнецова. – Красноярск, 2011. – 21 с.

## **1.2. Основные экологические проблемы почвенного покрова Дальнего Востока России**

**В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский**

### **Ecological problems in the soil cover on the south far east of Russia (the role of anthropogenic factor)**

**V.I. Golov, M.L. Burdukovskii**

*A report reviews the basic ecological problems appearing under exploitation arable soils in Primorye and Priamurye. They are as follow: contamination of soils by heavy metals, dehumification, chemicalization effect in agriculture, etc. The possibilities and ways to conserve soil fertility are considered and discussed.*

Рост масштабов загрязнения биосферы Земли, происходящих вследствие хозяйственной деятельности человека, привел к возникновению глобальных экологических проблем (парниковый эффект, кислотные дожди, исчезновение лесов, опустынивание территорий, обеднение генофонда и др.). Все это, если не принимать мер по сдерживанию перечисленных явлений, в конечном счете станет причиной возникновения условий, несовместимых с существованием биоты, и, в первую очередь, значительно обострит продовольственную проблему, которая во все времена существования человечества была приоритетной.

Наиболее важным компонентом биосферы, поддерживающим ее гомеостаз и принимающим на себя основной удар антропогенного пресса, является почвенный покров планеты. Почва обладает наиболее развитой и эффективной системой самоочищения за счет буферных, адсорбционных и поглочительных свойств в отношении многих веществ, в том числе тяжелых металлов.

В настоящее время в отечественной экологической науке, несмотря на важность данной проблемы, очень мало внимания уделяется роли почвенного покрова в поддержании гомеостаза биосферы. Это в равной мере относится и к программам экологического обучения как школьников, так и студентов. В США, например, и во многих странах Западной Европы в общеобразовательных школах, а также в программах экологического образования населения, финансируемых различными фондами, большое внимания уделяется основам почвоведения, агрохимии и особенно влиянию химизации сельскохозяйственного производства на состояние почвы. Это вполне оправдано, т.к. почвенный покров планеты помимо плодородия (человечество получает благодаря почве более 90% всех продуктов питания) в значительной мере определяет и регулирует многие ключевые и важные для сохранения жизни экологические функции биосферы: поддержание постоянного газового состава атмосферы, химического состава поверхност-

ных, прежде всего речных, вод, сохранение биоразнообразия, в первую очередь живых организмов, обитающих в почвах и т.д. [1].

Экологические проблемы, связанные с сельскохозяйственной деятельностью человека, сопровождали его со времен появления земледелия как одной из отраслей жизнеобеспечения. Наиболее древнюю проблему – истощение почв – решали естественным восстановлением, забрасывая участок на несколько лет. С появлением минеральных удобрений урожаи выросли в несколько раз, и соответственно возросло количество проблем, на которые решения не найдены до настоящего времени.

К проблемам, возникшим из-за передозировок азотных удобрений и нарушения соотношений основных элементов питания – N:P:K, следует отнести накопление нитратов в получаемой продукции, накопление азота и фосфора в поверхностных и грунтовых водах, приводящее к эвтрофикации водоемов и ухудшению качества не только получаемой продукции, но и питьевой воды. Помимо этого при длительном применении минеральных удобрений усиливаются процессы дегумификации и агрохимической деградации почв, увеличивается их кислотность. Ухудшаются физические свойства: растет плотность пахотного горизонта, теряется структура и снижается ее водоёмкость, водоудерживающая сила и другие свойства, определяющие плодородие.

На Дальнем Востоке России интенсивная деградация пахотных почв началась с 1990 года, когда практически прекратились поставки и, соответственно, применение минеральных удобрений и извести. По данным последних (2005 г.) агрохимических обследований наиболее плодородных пахотных почв Приморского края, содержание гумуса в них снизилось на 10% по сравнению с 1990 годом, кислотность почв увеличилась на 20–30%. Существенно выросли площади кислых почв: в Амурской области к ним отнесено 94% от всего пахотного фонда области, в Приморском крае 79% и в Хабаровском – 76%. В среднем этот показатель по Дальнему Востоку составил 83%, а по Российской Федерации только 32% [2, 3].

С другой стороны, интенсивное и массированное применение минеральных удобрений (при отсутствии органических) в северных провинциях КНР, граничащих с Российским Дальним Востоком, где распространены идентичные почвы (луговые черноземовидные и пойменные вдоль Амура), привело к еще более глубокой деградации. Наши анализы гумуса, pH, K<sub>2</sub>O и S показали, что степень деградации идентичных почв, распространенных в северных провинциях КНР, намного более глубокая по сравнению с нашими аналогами [4].

Весьма показательные результаты по влиянию минеральных удобрений на содержание гумуса были получены китайскими исследователями из Синьцзянского сельскохозяйственного университета и российскими учеными из Университета дружбы народов [5]. При изучении освоенных целинных почв Синьцзян-Уйгурского автономного района (Таримская впадина), которые находились в эксплуатации в среднем около 10–15 лет, было обнаружено, что содержание гумуса в них сократилось почти наполовину. Производители были вынуждены вывести 15% почв, в основном орошаемых, из оборота из-за нарастающих явлений дегумификации, засоления и опустынивания. Эти почвы находились в ведении колхозов, где, как правило, вносят высокие дозы минеральных удобрений. Такие темпы дегумификации не свойственны для почв России. Проведение систематических туров агрохимического обследования пахотных почв

Приморья и Приамурья также свидетельствует о том, что внесение умеренных доз одних минеральных удобрений ведет к медленной деградации почв. Избыточное внесение извести (до 2,5 г.к.) приводит к ухудшению не только химических, но и физических свойств обрабатываемых почв [6].

В последние годы китайские земледельцы переносят принципы интенсивной химизации на почвы Дальневосточного региона, которые все в больших объемах арендуют в Приморье и Приамурье (около 50 тыс. га). Причем им выделяют не бросовые земли, а лучшие плодородные почвы вдоль магистральных рек Раздольной, Арсеньевки, Амура и других, о чем весьма обстоятельно и аргументированно изложено в монографии С.С. Ганзей [7] и в статье В.И. Росликовой [8]. При сложившейся практике выращивания зерновых и овощных культур на арендованных почвах Приморья и Приамурья вполне вероятен сценарий полной деградации почв, как это случилось с почвами Таримской впадины Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая. Поэтому, в первую очередь, необходим строгий контроль над действиями арендаторов, который возложен на Департамент сельского хозяйства, но этот орган никак не реагирует на подобные нарушения со стороны арендаторов.

1. Добровольский, Г.В. Экология почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 368 с.
2. Костенков, Н.М. Почвы и почвенные ресурсы юга Дальнего Востока и их экологическая оценка / Н.М. Костенков, Н.М. Ознобихин // Почвоведение. – № 5. – 2006. – С. 517–526.
3. Слабко, Ю.И. Динамика применения удобрений, агрохимических показателей и продуктивности пашни в Приморском крае / Ю.И. Слабко // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 366–371.
4. Голов, В.И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на экологию почв юга Дальнего Востока / В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский, И.Г. Ковшик // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока. – Благовещенск, 2013. Т.2. – С. 17–27.
5. Акбар, И. Содержание гумуса в почвах Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР / И. Акбар, Ж. Пинань, Ц. Зяньдон, М.У. Ляшко, Н.Н. Бушуев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 31–32.
6. Рясинская, Л.М. Влияние известкования на физические свойства лугово-бурых оподзоленных почв / Л.М. Рясинская // Влияние удобрений и извести на плодородие почв: тр. Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР. Т. 18(121). – Владивосток, 1973. – С. 58–62.
7. Ганзей, С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и северо-востока Китая / С.С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 231 с.
8. Росликова, В.И. О состоянии почвенных ресурсов на приграничных территориях России и Китая / В.И. Росликова // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 6. – С. 114–119.

### **1.3. Проблема нормирования тяжелых металлов в почвах на примере агроценозов юга Дальнего Востока**

**В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский**

#### **The problem of heavy metals normalization an example of agrocenoses of the South Far East Region**

**V.I. Golov, M.L. Burdukovskii**

*Effect of long-term application of mineral and organic fertilizers on heavy metals accumulation in meadow-brown soils and meadow-chernozem-like soils has been studied. The evaluation of soil environmental conditions found that fertilizing contributes to increasing concentration of Zn, Ni and Cr in the soils of studied agrophytocenosis, however, the level of soil pollution is negligible.*

#### **Введение**

Проблема нормирования тяжелых металлов в почвах в последние годы выдвинулась в число основных общемировых проблем. Это связано с широким распространением их высоких концентраций в окружающей среде и губительным действием на живые организмы [1]. В качестве санитарно-гигиенических нормативов содержания тяжелых металлов в почвах применяются экспериментально установленные предельно-допустимые концентрации (ПДК), которые в мировой практике начали разрабатывать в нашей стране еще в 70-х годах прошлого века [2]. Однако даже в настоящее время установить конкретные нормы на содержание тяжелых металлов в почве чрезвычайно сложно из-за невозможности полного учета всех факторов природной среды [3].

**Целью** наших исследования было определение влияния длительного применения удобрений и известки на содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственных почвах.

#### **Методика**

Исследования проводились на двух наиболее распространенных на юге Дальнего Востока пахотных почвах, используемых под посевы сои, в опытах с длительным применением минеральных и органических удобрений, а также известки: лугово-бурых оподзоленных (ПримНИИСХ ДВНМЦ РАСХН Приморского края) и лугово-черноземовидных (ВНИИ сои Амурской области). Опыт в Приморском крае был заложен в 1941 г., в Амурской области – в 1962 г. Исследуемые образцы почв отбирались с двух вариантов: 1) контрольный – без использования удобрений; 2) опытный – с использованием минеральных удобрений совместно с органическими и известковыми (далее ОМУ). Содержание тяжелых металлов определялось методом атомной абсорбции с предварительной их экстракцией в кислотной вытяжке.

#### **Результаты и обсуждение**

Согласно результатам наших исследований, длительное внесение ОМУ существенно повлияло на концентрацию ряда тяжелых металлов в исследуемых

почвах (табл. 1). В лугово-бурых почвах отмечено превышение содержания Zn на 105%, Cr на 53% и Ni на 68% относительно контрольного варианта. В лугово-черноземовидных почвах, концентрация этих элементов также увеличились на 65, 58 и 38% соответственно. Содержание Co, наоборот, снизилось на 36% в Приморском крае и на 44% в Амурской области.

Таблица 1

**Влияние длительного применения удобрений на содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг**

| Вариант опыта                          | Zn                             | Cr  | Co   | Ni   |
|--|--------------------------------|-----|------|------|
|  | Лугово-бурая почва, Прим НИИСХ |     |      |      |
| Контроль                               | 19,5                           | 1,5 | 0,66 | 4,7  |
| ОМУ                                    | 40                             | 2,3 | 0,42 | 7,9  |
| Лугово-черноземовидная почва, ВНИИ Сои |                                |     |      |      |
| Контроль                               | 28                             | 2,9 | 1,5  | 7,4  |
| ОМУ                                    | 46                             | 4,6 | 0,83 | 10,2 |

В качестве санитарно-гигиенических оценок содержания тяжелых металлов в почвах применяют экспериментально установленные нормативы [4], которые действуют на территории всей Российской Федерации с 2006 года. Однако они разработаны приближенно, без учета региональной специфики почвенного покрова населенных пунктов, сельхозугодий, территорий курортных зон и почв, входящих в зоны санитарной охраны источников водоснабжения.

Известно, например, что в почвах юга Дальнего Востока содержание Zn выше, чем в почвах западных районов России. Ориентируясь на данные гигиенических нормативов, даже на контрольных вариантах в лугово-черноземовидной почве концентрация Zn выше установленных ПДК на 22%, а при внесении органо-минеральных удобрений превышение достигает 100% (рис.).

В лугово-бурых почвах Приморского края при внесении удобрений также отмечено превышение норматива по Zn на 74%. Кроме того, в почвах обоих агрохимических стационаров наблюдается превышение уровня ПДК по Ni: в лугово-бурых на 17% в контрольном варианте и на 97% в варианте с использованием ОМУ; в лугово-черноземовидных на 85 и 155% соответственно.

Для оценки интенсивности и степени опасности загрязнения почвы нами были рассчитаны коэффициент техногенной концентрации элементов (Кс), который определяется отношением содержания элемента в исследуемой почве к его содержанию в фоновой почве, и суммарный показатель загрязнения (Zс). Их применяют при высоком содержании в почве двух и более техногенных элементов, что позволяет вычислить степень загрязнения почвенного покрова [5].



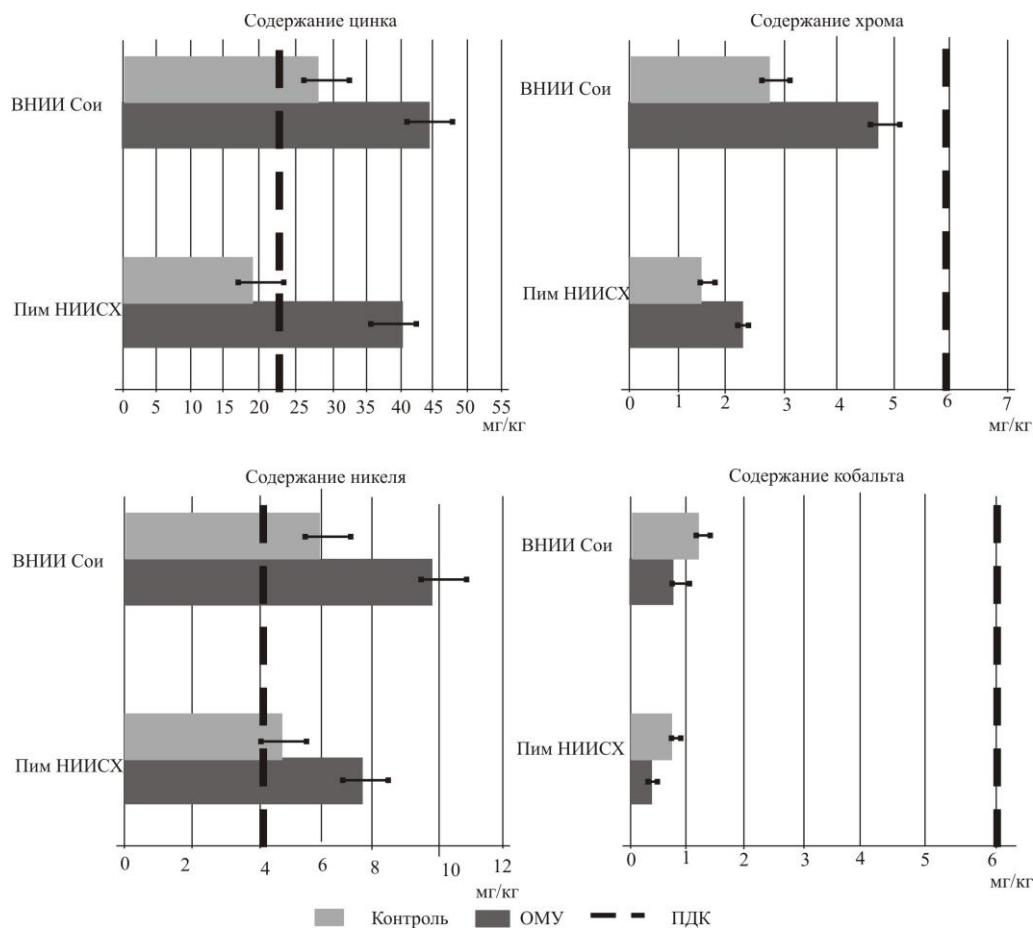


Рис. Содержание Zn, Cr, Ni и Co в почвах исследуемых агрохимических стационаров относительно норм ПДК, мг/кг

В наших исследованиях фоном служили контрольные варианты опытов. При подсчете  $K_c$  было выявлено, что для Zn, Cr и Ni он превышает единицу (табл. 2), что подтверждает факт увеличения количества данных тяжелых металлов с использованием удобрений в почвах обоих агрохимических стационаров. Согласно ориентировочной оценочной шкалы опасности загрязнения почв по  $Z_c$ , если значение коэффициента находится в пределах 0–16, общий уровень загрязнения можно считать низким. В нашем случае суммарный коэффициент техногенного загрязнения в лугово-бурой почве составил 3,26, в лугово-черноземовидной почве – 2,61. Таким образом, несмотря на то, что внесение удобрений способствовало увеличению концентрации Zn, Cr и Ni в почвах исследуемых агрофитоценозов, уровень загрязнения почвы можно считать незначительным.

Данные показатели при оценке складывающейся экологической ситуации в почвах при длительном действии удобрений, в частности на содержание тяжелых металлов, на наш взгляд, выглядят более информативными, чем ПДК.

Таблица 2

**Коэффициент техногенной концентрации (Кс) и суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Zс)**

| Стационары | Кс   |      |      |      | Zс   |
|------------|------|------|------|------|------|
|            | Zn   | Cr   | Co   | Ni   |      |
| Прим НИИСХ | 2,05 | 1,53 | 0,63 | 1,68 | 3,26 |
| ВНИИ сои   | 1,64 | 1,58 | 0,55 | 1,37 | 2,61 |

Для контроля за содержанием данных элементов в агрофитоценозах необходим мониторинг, поскольку увеличение концентрации элементов в почвах будет сопровождаться избыточным их накоплением в возделываемых культурах.

1. Добахов, М.В. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования / М.В. Добахов. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
2. Зырина, Н.Г. Импактное загрязнение почв металлами и фторидами / Н.Г. Зырина, С.Г. Махалова, Н.В. Стасюк. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 165 с.
3. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М.М. Овчаренко. – М.: ЦИНАО, 1997. – 287 с.
4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Введ. 2006-01-23. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 5 с.
5. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: метод. указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.

#### **1.4. Диагностика полигенетичности в буроземах прибрежно-островной зоны Приморья**

**Б.Ф. Пшеничников, М.С. Лящевская,  
Н.Ф. Пшеничникова, Е.Г. Зубахо**

#### **Diagnosing Polygenetic Origin of Burozems in Maritime and Insular Zone of Primorye**

**B.F. Pshenichnikov, M.S. Lyashchevskaya,  
N.F. Pshenichnikova, E.G. Zubakho**

*Primorye presents a wide range of polygenetic profile burozems which show some traits of relic pedogenesis. Relic pedogenetic processes contributed to the formation of burozems with both simple and complex polygenetic profiles. Polygenetic origin of the burozems is clearly observed in the burozem morphologic structure.*

Данные по изучению бурозёмов прибрежно-островной зоны Приморья свидетельствуют о широком распространении на её территории буроземов с полигенетичным профилем, в которых проявляются черты реликтового почвообразования [1–7].

Публикации последнего десятилетия свидетельствуют о том, что полигенетичность почв – скорее правило, а не исключение, как считалось ранее [8]. Полигенетичность почв – это совмещение в почвенном профиле разновозрастных типов почвообразования, т.е. наличие в почвенном профиле реликтовых и современных признаков почвообразования. Обсуждение вопросов соотношения свойств почв, унаследованных от почвообразующих пород и сформированных современными процессами почвообразования, относится к актуальным проблемам генетического почвоведения [9].

С целью установления форм проявления полигенетичности в буроземах прибрежно-островной зоны Приморья нами проведена сравнительная характеристика их морфологического строения, профильной динамики спорово-пыльцевых спектров, физико-химических свойств [1, 4, 5, 7, 10, 11]. Формирование и эволюция этих буроземов обнаруживают тесную взаимосвязь с реликтовыми и современными процессами почвообразования [1, 7, 12]. Данные исследований свидетельствуют, что с реликтовыми процессами почвообразования связано формирование буроземов как с простым, так и сложным полигенетичными профилями [8]. В профиле простых полигенетичных буроземов присутствуют признаки литогенные, унаследованные от реликтовых материнских пород, и современные – педогенные, тогда как в профиле сложных полигенетичных буроземов выделяются современный и погребенный элементарные почвенные профили (ЭПП). Погребенный ЭПП унаследован от былых стадий почвообразования. Профили сложных полигенетичных буроземов, состоящие из верхнего современного и нескольких погребенных элементарных почвенных профилей, С.А. Сычёва [2008] предлагает выделять как циклиты [13].

На территории прибрежно-островной зоны Приморья среди полигенетичных буроземов наибольшее распространение получили сложные полигенетичные буроземы. Они выявлены на островах залива Петра Великого – Наумова, Клыкова, Энгельма, Путятина и полуострове Муравьев-Амурский [9, 14, 15].

Морфологическое строение почвенных профилей, состав их спорово-пыльцевых спектров, играющих важную роль в диагностике полигенетичности почв, а также данные о возрасте погребенных горизонтов [AY] свидетельствуют о том, что в основе формирования сложных полигенетичных буроземов полуострова Муравьев-Амурский лежит пространственно-временная динамика факторов почвообразования, обусловленная антропогенной трансформацией (деградацией) растительного покрова [5–7]. Установлено, что возраст гумуса погребенного горизонта [AY] таких почв в южной части полуострова (разрез 5-09) составляет  $150 \pm 60$  лет (Ki-16630), а его календарный возраст 1663–1953 гг. Возраст аналогичных горизонтов полигенетичных буроземов на западном и восточном побережьях полуострова (разрезы 3-09 и 7-09) несколько моложе (Ki-16631, Ki-16632) [7]. Отсюда следует, что погребенный горизонт этих почв сформировался в заключительную фазу малого ледникового периода, а современный – несколько позднее, в климатических условиях, близких к современным.

Формирование полигенетичных буроземов полуострова Муравьев-Амурский тесно связано с антропогенной трансформацией хвойно-широколиственных лесов полуострова во вторичные широколиственные леса. Освоение полуострова началось в 1873 г. после перенесения порта из г. Николаевска в г. Владивосток и сопровождалось усиленной вырубкой строевого леса гористых

окрестностей г. Владивостока. Вырубки, прежде всего хвойных пород, наиболее интенсивно проходили в южной части полуострова, тогда как восточного побережья, более отдаленного и менее доступного, они коснулись в меньшей степени. Антропогенная трансформация хвойно-широколиственных лесов, активизация пирогенного воздействия на них, прокладка дорог вдоль горных склонов привели к развитию плоскостной эрозии почв и солифлюкационных процессов, чему способствовали более холодные, чем современные, климатические условия заключительной фазы малого ледникового периода. Своеобразные индикаторы этих процессов – наличие включений древесного угля в горизонтах [AY] и [BM] и неоднородная окраска горизонтов BM[AY'] и BM[AY''] вследствие смещения почвенной массы двух сопредельных горизонтов. В результате развития плоскостной эрозии и солифлюкационных процессов буроземы в верхней половине горных склонов разрушались. Их почвенная масса в виде эрозионно-солифлюкационных отложений перекрывала буроземы, расположенные в нижних частях горных склонов. Со временем на этих отложениях сформировался современный ЭПП полигенетических буроземов. Это во многом предопределило сходство физико-химических показателей, механического и валового химического состава современного и погребенного ЭПП исследуемых буроземов [7].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что полигенетические буроземы полуострова, как и многие другие типы почв [13, 16, 17], отражают не только современные факторы почвообразования и их прошлое состояние, но и историю развития территории их распространения в целом.

В Приморье буроземы с простым полигенетическим профилем занимают меньшую площадь по сравнению со сложными полигенетическими буроземами. Они выявлены на островах залива Петра Великого – Рикорда, Попова, Де-Ливрона, Матвеева; на побережье бухты Спасения и полуострове Муравьев-Амурский.

В профиле буроземов заповедного острова Де-Ливрона горизонт ВС резко отличается от вышележащих горизонтов. Он выделяется яркой желто-бурой окраской, глинистым механическим составом, повышенной щебнистостью и каменистостью. Это позволяет предположить, что буроземы о-ва Де-Ливрона полигенетичны. Верхняя часть профиля этих буроземов, включая горизонты O, AY, AYBM, BM, представляет собой современный элементарный профиль почв, а его нижняя часть (начиная с глубины 50 см) – реликтовый профиль почв, а точнее нижнюю часть реликтового профиля, верхняя часть которого была разрушена эрозионными процессами еще до формирования современного элементарного профиля почв [12]. Правомерность такого предположения подтверждается данными исследований буроземов в прибрежной части бухты Спасения (материковая часть территории Дальневосточного морского биосферного заповедника). Здесь в профиле буроземов на глубине 50 см была обнаружена красноцветная кора выветривания. Окраска последней не оставляет никаких сомнений в ее реликтовости и полигенетичности профиля формирующихся на ней буроземов [4].

На территории п-ва Муравьев-Амурский были выявлены и описаны буроземы с простым полигенетическим профилем, сформированные на желтоцветных корах выветривания [10, 11, 18].

Своеобразие морфологического строения профиля простых полигенетических буроземов п-ва Муравьев-Амурский, проявление в них полигенетично-

сти заключается в полигенетичности материала почвенной массы генетических горизонтов О-АУ-АУВМ-ВМ1-ВМ2-С, которая резко прослеживается по содержанию каменисто-щебнистых включений между тремя отдельными частями профиля. В верхней части (горизонты АУ и АУВМ) встречаются единичные обломки горных пород размером 2–5 см; в средней – (горизонты ВМ1 и ВМ2) содержание щебнисто-каменистого материала (размером от 1–3 до 20–25 см) составляет 40–50% от объема почвы; в нижней части, в горизонте С, его нет. Это служит своеобразным диагностическим признаком интенсивности оглинивания рассматриваемых частей профиля буроземов. Очевидно, что формирование почвенной массы нижней части профиля проходило в наиболее благоприятных (по сравнению с вышележащими частями профиля и особенно его средней частью) для развития интенсивных процессов выветривания и оглинивания условиях.

Реконструкция палеоклиматических условий с помощью информационно-статистического метода [19] и спорово-пыльцевого анализа позволила восстановить палеорастительность и климатические условия времени формирования каждого генетического горизонта почвенного разреза 4-09 на п-ве Муравьев-Амурский. Так, формирование горизонта С происходило в более теплых и сухих климатических условиях по сравнению с современными: среднегодовая температура +6°C; осадки 600 мм; средняя температура июля +20°C, января -8°C. В составе лесной растительности преобладали термофильные породы: дуб (46,8% от всей суммы древесной пыльцы спорово-пыльцевого спектра), ясень (7,7%), сосна густоцветковая (11,4%), с небольшой примесью березы (16,3%), сосны корейской (5,5%), липы (3,2%), лещины (1,8%), граба, ольхи, ели (по 1,4%) и других пород: ореха, бархата, клена, ильма (менее 1%). Спорово-пыльцевые спектры горизонтов ВМ1 и ВМ2 содержат только единичные пыльцевые зерна сосны, березы, лещины, дуба, ореха, осок, полыни, астровых, маковых, розовых, крестоцветных, маревых, злаковых, норичниковых, лютиковых и единичные споры папоротников и сфагнового мха. Это, вероятно, связано с наиболее суровыми климатическими условиями времени их формирования, о которых свидетельствует грубообломочный характер выветривания горных пород и высокая скелетность рассматриваемых горизонтов.

Формирование горизонта АУВМ происходило, по сравнению с горизонтом С, в более холодных климатических условиях: среднегодовая температура +4°C; средняя температура июля +10°C; средняя температура января -17°C; осадки – 600 мм. Из состава спорово-пыльцевых спектров горизонта исчезает пыльца ясеня, клена, ореха маньчжурского, граба, бархата. В растительности преобладали березовые леса (53,2% пыльцы березы) с дубом (19,2%), липой (18,1%), в подлеске – лещина (5,3%), в напочвенном покрове доминировали папоротники.

Во время формирования горизонта АУ был развит хвойно-широколиственный лес из сосны корейской (38,1%), пихты (3,8%), дуба (19,1%), березы (20,9%), липы (3,8%), ольхи (2,9%), бархата, деморфанта, ясеня (по 1,9%) и примесью других пород (ильм, лещина) с папоротниково-разнотравным покровом. Климатические условия были близки к современным. Спорово-пыльцевой спектр подстилки отражает современную антропогенно-трансформированную растительность восточного побережья полуострова Муравьев-Амурский – дубовый лес с примесью березы (дуб – 71,3%; береза – 23,4%) и других пород (бархат, аралия).

На острове Попова простые полигенетичные буроземы сформированы на красноцветных корках выветривания. Полигенетичность их профиля прослеживается в морфологическом облике – в изменении цвета (появлении розоватых тонов окраски почвенной массы) и утяжелении (оглинивании) нижней части профиля. Из почвенного профиля (разрез 133-13) с набором генетических горизонтов O-AU-AUBM-VM-VMC были отобраны образцы для палинологического анализа. Данные радиоуглеродной датировки образца, взятого из нижней части иллювиально-метаморфического горизонта VM на глубине 46–56 см (разрез 133-13), показали календарный возраст  $5230 \pm 250$  лет (ЛУ-7462), что свидетельствует о том, что данный горизонт формировался в конце атлантического периода, который характеризовался более теплыми климатическими условиями, способствовавшими более интенсивным процессам выветривания и оглинивания почвенной массы, чем современные. Климат был теплее современного, о чем свидетельствует сумма пыльцы широколиственных пород, превышающая практически в 2 раза таковую в спорово-пыльцевом спектре субфоссиальной пробы.

В Приморье сложные полигенетичные буроземы, выделяемые как циклиты (профиль представлен одним современным и несколькими погребенными ЭПП), имеют меньшую степень распространения и изученности. Циклиты, выделенные нами на мысе Островной (территории, прилегающей к Лазовскому заповеднику) приурочены к выположенному склону (7о) япономорского побережья. Они формируются под закустаренной луговой растительностью с преобладанием в травостое полыни и осоки [1], развитой на месте последовательной антропогенной трансформации хвойно-широколиственных лесов в широколиственные, изреженные широколиственные леса, травянисто-кустарниковые заросли. Профиль этих почв состоит из одного современного и четырёх погребённых ЭПП и включает следующие горизонты: O(0-2см)-AY(2-32 см)-VM(32-45 см)-[AY'](45-56 см)-[VM'](56-81 см)-[AY''](81-106 см)-[VM''](106-115 см)-[AY'''(115-128 см)-[VM'''(128-166 см)-[AY''''(166-169 см)-[VMC''''(169-182 см). Можно предположить, что формирование каждого из перечисленных ЭПП соответствует определенному типу растительности. Для выяснения генезиса этих почв необходим комплекс исследований, включающий, прежде всего, изучение их физико-химических свойств, минералогического состава и профильной динамики спорово-пыльцевых спектров.

Приведенные данные свидетельствуют: 1. Генезис полигенетичных буроземов прибрежно-островной зоны Приморья определяется пространственно-временной динамикой условий их формирования. 2. Основным (визуально выраженным) диагностическим показателем проявления полигенетичности рассматриваемых буроземов Приморья является их морфологическое строение.

---

1. Пшеничников, Б.Ф. Роль реликтовых и современных процессов почвообразования в формировании почв заповедных и сопредельных с ними территорий Приморья / Б.Ф. Пшеничников // Материалы VII Дальневост. конф. по заповедному делу (Биробиджан, 18–21 октября 2005 г.) – Биробиджан: ИКАРЦ ДВО РАН, 2005. – С. 223–226.

2. Пшеничников, Б.Ф. Методология изучения буроземов юга Дальнего Востока и проблемы их генезиса и классификации / Б.Ф. Пшеничников // Современные почвенные классификации и проблемы их региональной адаптации: материалы Всерос. науч. конф. – Владивосток: МГУ, 2010. – С. 11–13.

3. Пшеничников, Б.Ф. Генезис и эволюция приокеанических буроземов / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. – 292 с.

4. Пшеничников, Б.Ф. Особенности формирования и эволюции буроземов приокеанической части юга Дальнего Востока / Б.Ф. Пшеничников, Е.В. Шеин, Е.Ю. Милановский, Н.Ф. Пшеничникова // Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы: материалы V национальной конф. с междунар. участием. – М., 2009. – С. 209–211.

5. Пшеничников, Б.Ф. Полигенетичные буроземы юга Дальнего Востока / Б.Ф. Пшеничников, Е.Ю. Милановский, Н.Ф. Пшеничникова // Биосферные функции почвенного покрова: материалы Всерос. науч. конф. (8–12 ноября). – Пушкино: SYNCHROBOOK, 2010. – С. 255–257.

6. Пшеничников, Б.Ф. Генезис буроземов с реликтовым профилем в южной части Дальнего Востока / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, Е.Г. Зубахо // Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах: материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Апатиты, 12–16 сентября 2011). – Апатиты: Изд-во КНЦ, 2011. – С. 57–61.

7. Пшеничников Б.Ф. Полигенетичные буроземы полуострова Муравьев-Амурский: строение, свойства, генезис / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, М.С. Лящевская, Е.Г. Зубахо, Е.В. Ханапин // Вестник ДВО РАН. – 2012. № 2 (162). – С. 25–34.

8. Турсина, Т.В. Подходы к изучению литологической однородности профиля и полигенетичности почв / Т.В. Турсина // Почвоведение. – 2012. – № 5. – С. 530–546.

9. Герасимова, М.И. Микростроение желтоземов на плотных осадочных породах и их дериватах: педогенные и литогенные черты (на примере дендрария в Сочи) / М.И. Герасимова, И.А. Гуров // Почвоведение. – 2012. – № 1. – С. 32–43.

10. Пшеничников, Б.Ф. Своеобразие палинологических спектров и генезиса буроземов юга Дальнего Востока на желтоцветных корах выветривания / Б.Ф. Пшеничников, М.С. Лящевская, Н.Ф. Пшеничникова // Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. Кн. 3. – С. 185–186.

11. Pshenichnikov, B. Applying an informational-statistical method to studying polygenetic burozems of the southern Far East of Russia (based palynological data) / B. Pshenichnikov, M. Lyashcevskaaya, N. Pshenichnikova // Abstract Isseue for the Joint Meeting of 13<sup>th</sup> International Palynological Congress (IPC-XIII) and 9<sup>th</sup> International Organisation of Palaeobotany Conference (IOPC-IX). 2012. August 23–30. – Tokyo, Japan. – P. 189–190.

12. Пшеничников, Б.Ф. Почвы островов архипелага Римского-Корсакова / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования. Т. 1. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 251–274.

13. Сычева, С.А. Морфолитопедогенез в аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтах как особый механизм почвенно-литогенной памяти / С.А. Сычева // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / отв. ред. В.О.Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 128–161.

14. Родникова, И.М. Состояние и динамика почвенно-растительного покрова малых островов залива Петра Великого (Японское море) / И.М. Родникова, М.С. Лящевская, А.Г. Киселёва, Н.Ф. Пшеничникова // География и природ. ресурсы. – 2012. – Т. 33, № 1. – С. 96–103.

15. Лящевская, М.С. Развитие почвенно-растительного покрова острова Путятина в позднем голоцене (Японское море) / М.С. Лящевская, А.Г. Киселева,

И.М. Родникова, Н.Ф. Пшеничникова, К.С. Ганзей // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 124–133.

16. Соколов, И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И.А. Соколов. – Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 297 с.

17. Соколов, И.А. Взаимодействие почвы и среды: рефлекторность и сенсорность почвы / И.А. Соколов, В.О. Таргульян // Системные исследования природы. – М.: Мысль, 1977. – С. 153–170.

18. Ляшевская М.С. Спорово-пыльцевые спектры как маркеры изменений климатических условий формирования полигенетических буроземов полуострова Муравьев-Амурский (юг Дальнего Востока) / М.С. Ляшевская, Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова // Палеопочвы, современные почвы и их взаимосвязь с природной средой: материалы IV Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» (Новосибирск, 30 июля–4 августа 2013 г.) / отв. ред. М.И. Дергачева. – Новосибирск: Издательский дом ООО «Окарина», 2013. – С. 50–53.

19. Климанов, В.А. Связь субфоссильных спорово-пыльцевых спектров с современными климатическими условиями / В.А. Климанов // Известия АН СССР. – 1981. – № 5. – С. 101–114.

## 1.5. Modeling of greenhouse gas emission from soils under different ecosystem

### A. Kadono

#### Background

Soil organic matter (SOM) plays a number of important roles in terrestrial ecosystems. Stevenson (1982) summarized the functions as nutritional, biological and physical functions; i.e. it serves as a source of N, P, S for plant growth, affects the activities of microorganisms, and promotes good soil structure [13]. Recent concerns about climate change have promoted studies on the dynamics of SOM because of its vast stock in soil [2], which is almost double the atmospheric carbon stock [3] and triple the terrestrial plant carbon stock [3, 4].

Soil respiration, i.e. carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission from soils has been studied widely, as a major process of carbon dynamics between atmospheric carbon and soil organic carbon. Raich and Schlesinger (1992) summarized values of soil respiration from various ecosystems as  $68 \pm 4$  Pg C y<sup>-1</sup> globally, and showed its close linkage with net primary productivity of the vegetation. They also showed positive correlation between soil respiration and mean annual air temperature and precipitation. In order to simulate the carbon dynamics under various ecosystems, several models have been developed, e.g. RothC model and CENTURY model. Since there are uncertainties on the carbon dynamics in terrestrial ecosystems (Houghton et al., 1996), however, further assessment is required for different soil types, geological regions and climatic zones [5]. Schimel et al. [6] reported that non-tropical land areas in the Northern hemisphere showed net carbon sink ranged about -2 to -4 Pg C yr<sup>-1</sup> for 1990's, and that sink size in the Eurasia was twice the size in the North America [6]. Since large uncertainties remain in our ability to assess terrestrial carbon-cycle, monitoring and precise modeling of soil respiration are required for different soil types, land use, geological regions and climatic zones.



So the objectives of this study are (i) to investigate the effect of soil temperature and moisture on in situ soil respiration, and (ii) to estimate annual amount of soil respiration under the different land management.

### Materials and Methods

Five sites were selected to monitor soil respiration and soil temperature and moisture: including cropland with conventional tillage (CT) and that with no-till (NT), secondary forest (F), pasture (P) and turfgrass (T) land use sites in 500 m radius area in Columbus city, Ohio. According to the Köppen's climate classification, the climate of those sites is classified as Cfa (humid subtropical climate). The measurement of soil respiration, soil temperature and soil moisture was conducted from Sep. 2010 (F, NT and CT sites) or Oct. 2010 (P and T sites) to May 2011.

#### *Measurement of in situ soil respiration rate*

Soil respiration rate was measured by closed-chamber method [7]. Three white PVC chambers (15 cm diameter and 25 cm high) were installed 5 cm into the ground in a 5 m transect at each site. Installation of the chambers were conducted in the middle September (CT, NT and F sites) and in the middle October (P and T sites) in 2010. Gas samples were periodically collected for every 1 to 2 weeks during growing season and 2 to 3 weeks in the winter. At each sampling time, gas samples were collected in the vacuumed glass vials with a rubber septum at 0, 30 and 60 minutes after closure of the lid. CO<sub>2</sub> concentration in the vials was determined using a gas chromatograph (Shimadzu GC-2014).

#### *Monitoring of the air temperature and precipitation*

Daily and 5 minute interval air temperature and precipitation data from Mar. to Aug. 2011 was retrieved from one of monitoring stations of the OARDC Weather System. The station is located in the center of Columbus city. Air temperature was monitored at the height of 1.5 m, while the precipitation at 1 m.

#### *Parameters of soil temperature and moisture simulation model*

Our model simulated soil temperature and moisture at the depth of 0 to 30 cm with 5 cm depth increment at 5 minutes interval using air temperature and precipitation data collected at the weather station.

Soil temperature at the first layer (0-5 cm) was determined by the temperature difference with the air temperature and the second (5-10 cm) layer. Though the model had two parameters for the conductivity of heat between soil and air ( $k_{sa}$ ) and soil and soil ( $k_{ss}$ ), the constant for soil and soil was set to 12, meaning adjacent two soils with different temperature is going to be same temperature in 60 (12 x 5) minutes.

Soil moisture at each layer received water from precipitation and infiltration of water from the adjacent upper layer. Since soil pore size determine the speed of water infiltration, soil water capacity with different pore size was calculated according to the particle size distribution, i.e. water content in each layer at sand size macro-pore was assumed to be corresponding to the proportion of sand size particle, while water content in silt and clay size micro-pore was considered to show the field water capacity. Water content in clay size pore was assumed not to be changed by climatic condition, i.e. minimum water content. Two levels of soil water permeability ( $k_{rp}$  and  $k_{sp}$ ) were adopted to simulate relatively fast and slow water flow in the macro-pores and micro-pores, respectively. The  $k_{rp}$  was set to 1 (mm/day) in this study.

Evapotranspiration from soil surface was dependent on the soil temperature. The proportion of soil water evaporate from the soil was set as the parameter for evapotranspiration ( $ke$ ).

The model was run for the soil temperature and volumetric water content at the first measurement as initial condition using 5 minutes interval air temperature and precipitation data. The measured and estimated soil temperature and moisture was compared by the coefficient of determination ( $R^2$ ).

#### *Determination of dependency of soil respiration rate on the soil temperature and moisture*

For determining the temperature and moisture dependency of soil respiration rate, firstly two equations were derived to describe the relationship between the *in situ* soil respiration rate and soil temperature and moisture by the regression analysis [8]. The total soil respiration rate was calculated by the equations with applied to the monitored soil temperature or moisture data. First of all, an Arrhenius relationship between the soil temperature and soil respiration rate was assumed as follows:

$$Cem = a \cdot \exp(-Ea/R/T) \quad (1)$$

where  $Cem$  is the soil respiration rate ( $\text{mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ),  $Ea$  is the activation energy ( $\text{J mol}^{-1}$ ),  $R$  is the gas constant ( $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ),  $T$  is the absolute soil temperature at 0-5cm depth (K), and  $a$  is a constant of scale factor. The «zero-order» model was applied, assuming soil respiration is not limited by the source of substrates throughout the period of monitoring.

The relationship between soil respiration rate and soil moisture was determined using the following equation:

$$Cem = a \cdot M^b \quad (2)$$

where  $M$  is the volumetric soil moisture content ( $\text{L L}^{-1}$ ) at 0-5 cm depth,  $b$  is the contribution to the soil moisture.

Equation (1) and (2) were converted to the logarithm form; Equation (3) and (4), respectively:

$$\ln Cem = \ln a - Ea/R/T \quad (3)$$

$$\ln Cem = \ln a + b \cdot \ln M \quad (4)$$

A series of coefficients;  $a$ ,  $Ea$  and  $b$ , squared multiple  $R$  ( $R^2$ ), and Akaike's Information Criterion (AIC) were calculated by the simple linear regression analysis using the measured data,  $Cem$ ,  $M$  and  $T$  for each site. The model with the lower AIC is considered to be the better model in this study. For statistical analysis, SYSTAT 13 (SYSTAT Software Inc.) was used.

## **Results and Discussion**

### *Experimental sites*

Soil temperature and volumetric water content at the 0-5 cm layers are shown in Fig.1 and Fig.2.

Compared to the soil temperature in the cropland sites (CT and NT) or grassland sites (P and T), that in the forest site showed relatively higher temperature in the winter while lower in the summer. CT management led to the drier surface soil than NT management in this study. Soils in each site tended to recharge water in the winter and lose it in the summer, except for the turfgrass site.

### *Dependency of the soil respiration rate on the soil temperature and moisture*

Fig. 3 shows *in situ* soil respiration rates for each site measured from Sep. 2010 to Aug. 2011. The data showed high variability among the sites and seasonal variation with high in the summer and low in the winter. According to the  $Ea$  and  $Q_{10}$

(15–25) values, temperature dependency of soil respiration rate was higher in the turfgrass and pasture sites then in the cropland and forest sites.

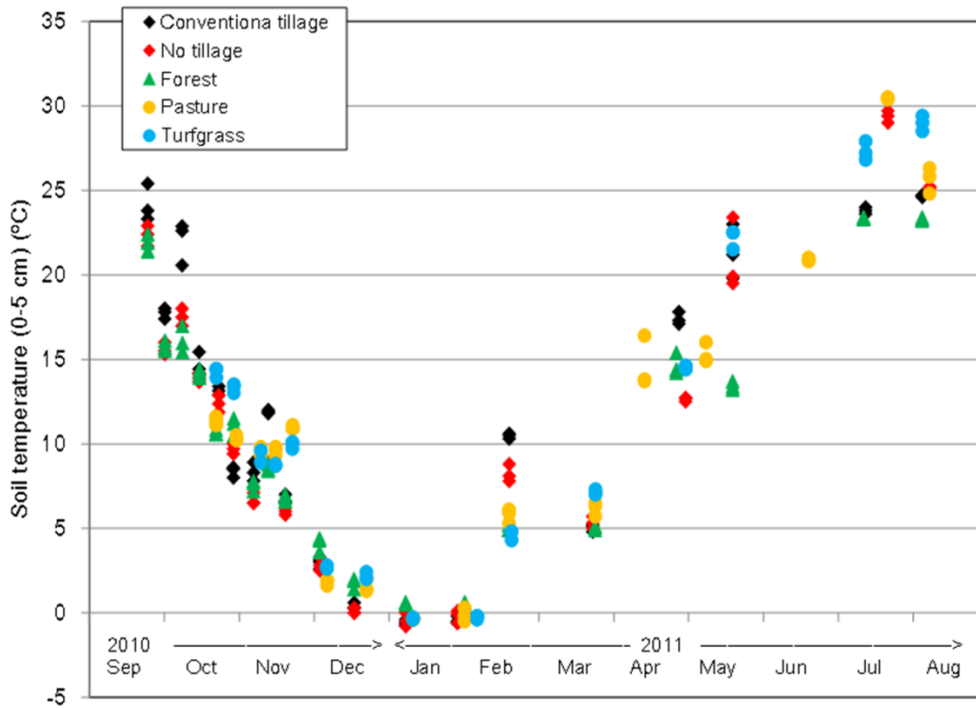


Fig. 1. Soil temperature in the different land use (data from Kadono et al.) [9]

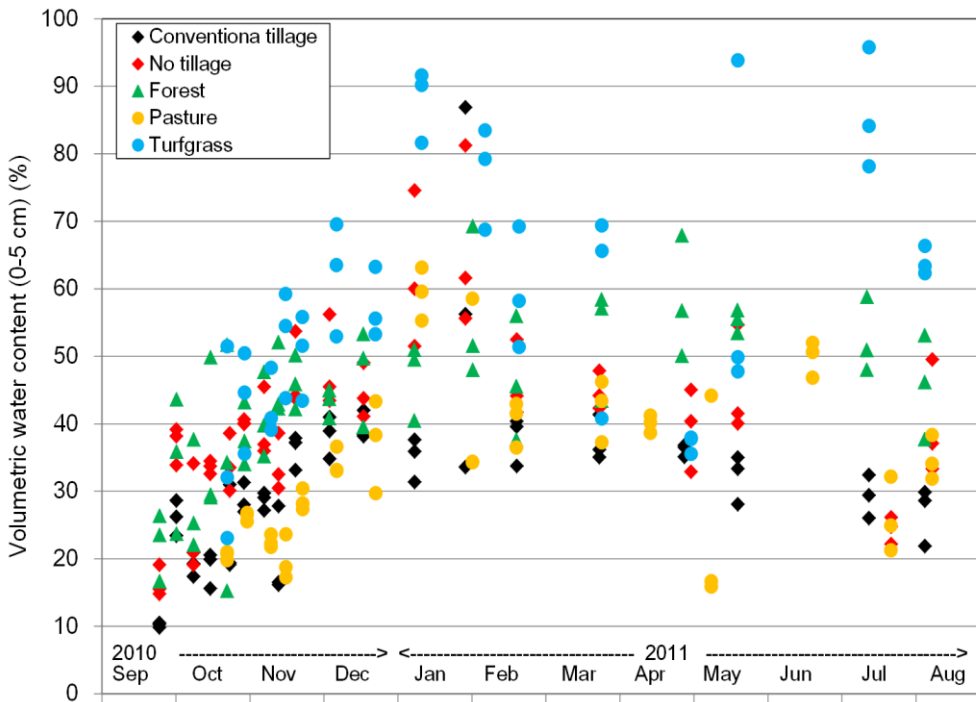


Fig. 2. Volumetric water content in the different land use (data from Kadono et al.) [9]

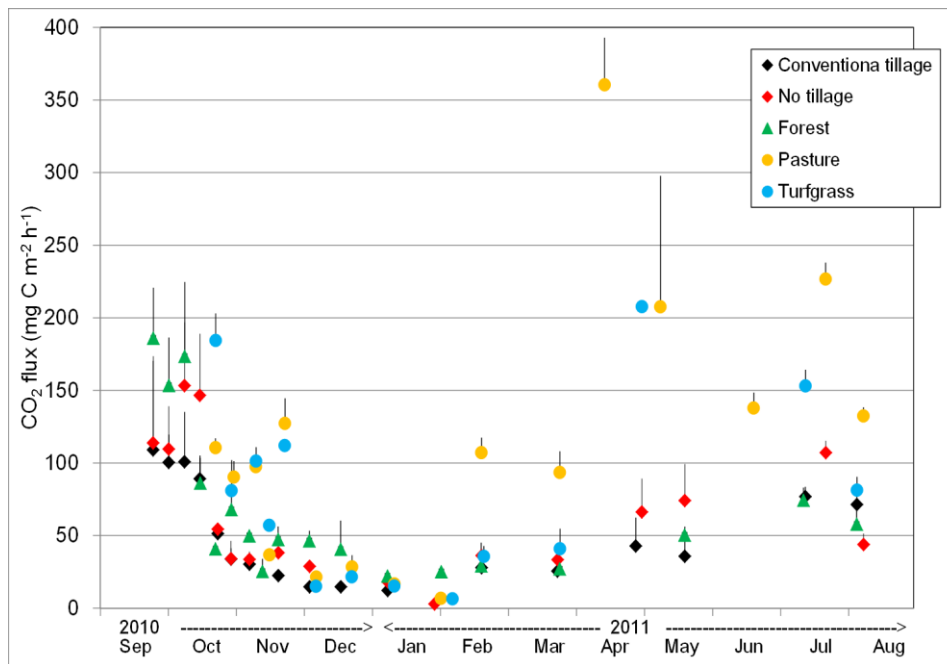


Fig. 3. Soil Respiration ( $\text{CO}_2$  flux from soils) in the different land use (data from Kadono et al.) [9]

## Conclusion

We conducted the measurement of soil respiration rate, surface soil temperature and moisture from different land use in Central Ohio, including cropland sites with conventional tillage and no-till, forest site, grassland sites under pasture and turfgrass. Comparing the AIC of the equations by soil temperature and moisture, we could conclude that the soil respiration in those sites was controlled by soil temperature. Though the mean annual soil temperature in pasture site was lower than conventional tillage cropland site, annual soil respiration in the former was higher than the latter, mainly because the soil temperature dependency played the important role to determine the annual soil respiration. The higher soil respiration dependency in the grassland sites would be due to the higher density of root biomass and continuously released easily decomposable root materials by grazing, mowing and clipping.

1. Stevenson, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions / F.J. Stevenson. – New York: John Wiley & Sons, 1982. – 443 p.
2. Eswaran, H. Global soil carbon resources / H. Eswaran, E. Van den Berg, P. Reich, J. Kimble // R. Lal, J. Kimble, E. Levine, B.A. Stewart, (Eds.). Soils and Global Change. CRC Press. – Boca Raton, 1995. – P. 27–43.
3. Houghton, R.A. The contemporary carbon cycle // Schlesinger, W.H. (Ed.), Treatise on Geochemistry Vol. 8. Elsevier / R.A. Houghton. – Amsterdam, 2003. – P. 473–513.
4. Schlesinger, W.H. The Global Carbon Cycle / W.H. Schlesinger // Schlesinger, W.H. Biogeochemistry. – New York: Academic Press, 1997. – P. 358–382.
5. Kudryarov, V.N. Carbon dioxide emissions and net primary production of Russian terrestrial ecosystems / V.N. Kudryarov, I.N. Kurganova // Biology and Fertility of Soils. – 1998. – № 27. – P. 246–250.

6. Schimel, D.S. Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems / D.S. Schimel, et al. // Nature. – 2001. – № 414. – P. 169–172.

7. Anderson, J.P.E. Soil respiration / J.P.E. Anderson, A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, (Eds.) // Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America. – Madison, 1982. – P. 831–871.

8. Funakawa, S. Soil Organic Matter Dynamics under Grain / S. Funakawa, I. Nakamura, K. Akshalov & T. Kosaki. – Japan, 2004.

9. Kadono, A. et al. The Effect of soil temperature and water content on soil respiration under different land use in Central Ohio, USA. ASA, CSSA and SSSA Annual Meetings. – Cincinnati, 2012.

## **1.6. Экологические проблемы современной автомобилизации городов (на примере г. Владивостока)**

**И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко**

### **Ecological problems of modern urban motorization (for example, the city of Vladivostok)**

**I.Yu. Grivanov., N.V. Ivanenko, L.V. Yakimenko**

*In the paper the results of the analysis of the distribution of emissions of pollutants from different types of vehicles in Vladivostok. The estimation of emissions of diesel and petrol vehicles separately for passenger cars, trucks and buses. Separately considered the impact of emissions of pollutants on human health.*

Автомобилизация – оснащённость населения автомобилями [1]. Уровень автомобилизации (иногда – уровень моторизации) населения рассчитывается из показателя среднего количества индивидуальных легковых автомобилей, приходящихся на 1000 жителей [2].

На сегодняшний день в России и других странах мира автомобильному транспорту нет альтернативы. Транспорт участвует в огромном количестве технологических процессов, также с помощью автотранспорта обеспечивается розничная торговля, перемещение дорогостоящих и срочных грузов на малые и средние расстояния, транспортное обеспечение производственной логистики, малого бизнеса и др.

Аналитическое агентство «Автостат» провело исследование структуры автомобильных парков по городам России. Аналитики исследовали 170 российских городов с населением свыше 100 тыс. человек. По каждому городу по всем основным автомобильным брендам была проанализирована структура парка автомобилей по году выпуска. На начало 2015 г. в России на каждую тысячу жителей приходится 284 автомобиля, сообщает «Автостат». Самым «автомобильным» городом по плотности автомобилей в итоге стал Владивосток. Здесь на каждую тысячу жителей приходится по 566 автомобилей, при этом общая численность населения города составляет 581 тыс. человек [2]. В целом, самыми автомобильными городами России стали города Дальневосточного региона и Сибири: Владивосток, Красноярск, Сургут и Тюмень – именно здесь люди меньше всего ходят пешком. Если в Москве лишь третья часть официально зарегистрированного населения передвигается на автомобилях, то во Владивостоке, например, на

машине ездит каждый второй. Конечно, по количеству автотранспорта Москва в 10 раз превышает Владивосток, в Москве автопарк превышает 3,5 млн штук, тогда как во Владивостоке не достигает 350 тысяч, но в Москве на каждую тысячу жителей приходится 338 автомобилей, что намного меньше, чем во Владивостоке. Владивосток – единственный город в России, где количество автомобилей превышает 400 единиц на каждую тысячу населения.

С другой стороны, аналитики также отмечают, что автомобильный парк Владивостока – самый старый среди крупных городов России. Доля машин в возрасте 10 лет и старше здесь превышает 80%. Для сравнения, таких автомобилей в Москве насчитывается 37%, а в Санкт-Петербурге – 38%.

Существует множество проблем современной автомобилизации общества. Основная и самая главная из них – загрязнение окружающей среды выбросами отработавших газов, транспортный шум и иные физические воздействия. Именно поэтому при всей важности транспортно-дорожного комплекса как неотъемлемого элемента экономики необходимо учитывать его весьма значительное негативное воздействие на природные экологические системы. Известно, что особенно резко эти воздействия ощущаются в крупных городах, возрастая по мере увеличения плотности населения. В наше время воздействие транспорта на окружающую среду – самая насущная и актуальная проблема современного общества. Последствия этого воздействия сказываются не только на нашем поколении, но могут сказаться и на будущем, если мы не примем серьезные меры по снижению и даже устранению последствий воздействия и самого воздействия.

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автотранспорта существенно увеличилась доля выбросов, поступающих в атмосферу от подвижных источников, в первую очередь, от грузовых и легковых автомобилей. К основным загрязняющим атмосферу веществам, которые выбрасывают автомобили (общее число таких веществ превышает 40), относятся окись углерода (до 70%), углеводороды (около 19%), оксиды азота (около 9%).

Из всего зарегистрированного во Владивостоке автотранспорта наибольшая доля приходится на легковые автомобили – 87%. Доля грузовых АТС – 11%, а автобусов – 2% [3]. Однако не надо забывать о том, что Владивосток – это транспортный узел и грузовые перевозки во многих случаях осуществляются на АТС, зарегистрированных в других регионах.

На сегодняшний день наибольшее воздействие на окружающую среду и человека оказывает легковой бензиновый транспорт. Это легко объясняется самым большим количеством этого вида транспорта.

С точки зрения развития транспортной инфраструктуры интересно рассмотреть долевое распределение выбросов среди каждой единицы автотранспортных средств. Если выбросы легкового автомобиля принять за условную единицу, то в среднем один грузовик выбрасывает загрязняющих веществ более чем в семь раз, а автобус – более чем в девять раз [4].

Наибольшее воздействие на человека оказывают бензиновые грузовики и автобусы. Однако так как по количеству их относительно немного, существенного воздействия они не оказывают. На сегодняшний день наибольшее воздействие на окружающую среду и человека оказывает легковой бензиновый транспорт. Это легко объясняется самым большим количеством этого вида транспорта.

ФГБУ «Приморское УГМС» проводит мониторинг загрязнения атмосферного воздуха во Владивостоке на шести стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферы (ПНЗ). Посты установлены в различных рай-

онах города: пост № 1 – пл. Семёновская и ул. Светланская; пост № 2 – ул. Светланская, 54; пост № 3 – остановка Постышева; пост № 4 – остановка Баляева; пост № 5 – пл. Луговая и пост № 6 – остановка «Дальхимпром» (рис. 1) [5]. И именно здесь наблюдается наибольшая проходимость автотранспортных средств, т.е. загрязнение воздуха обусловлено выбросами загрязняющих веществ от автотранспорта.

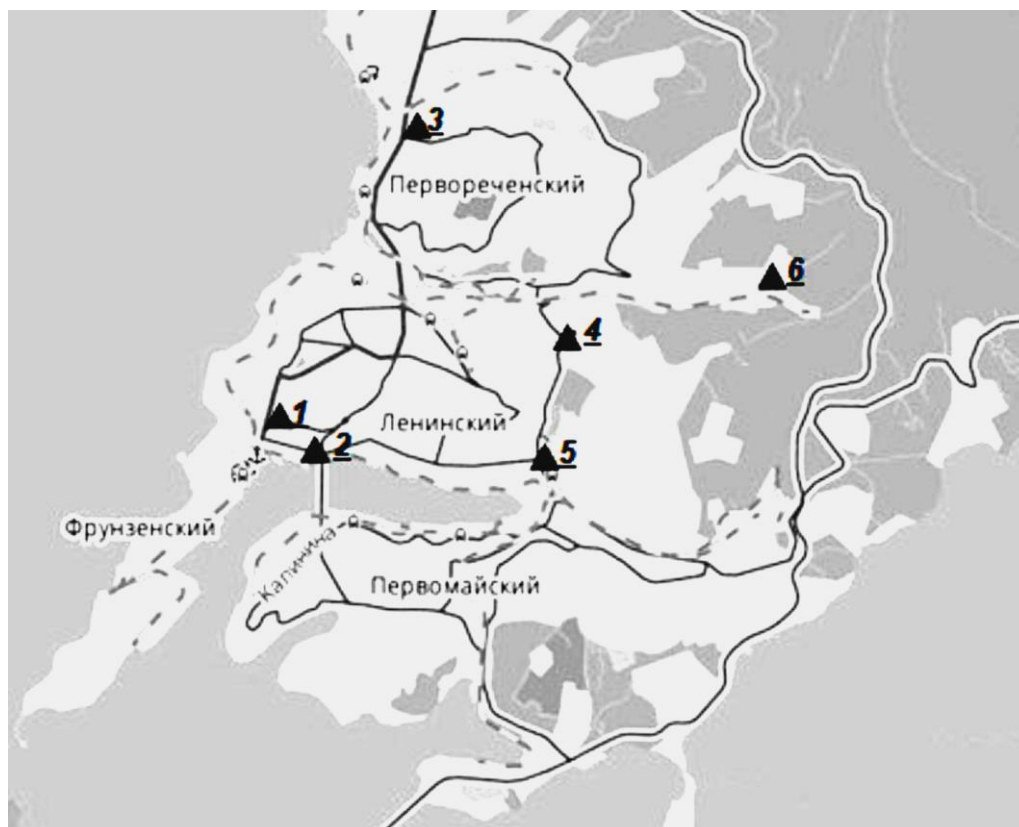


Рис. 1. Расположение ППЗ в г. Владивосток:  
▲ – посты наблюдения за загрязнением атмосферы (ППЗ)

Наблюдения за взвешенными веществами, диоксидом серы, оксидом углерода и диоксидом азота проводятся на всех ППЗ. На некоторых постах ведутся наблюдения за дополнительными примесями: оксид азота (в районе остановок Постышева и Баляева), формальдегид (в районе остановки Постышева), аммиак (в районе остановки Баляева).

По результатам мониторинга загрязнения атмосферного воздуха во Владивостоке в период с декабря 2014 года по сентябрь 2015 [5] было установлено, что содержание в воздухе диоксида серы, аммиака, формальдегида и сероводорода не превышало допустимых санитарных норм.

По оксиду углерода и взвешенным веществам периодически наблюдалось незначительное превышение ПДК. Так, максимальное загрязнение по оксиду углерода достигало 1,4 ПДК зимой в районе площади Баляева и остановки общественного транспорта Постышева. А по взвешенным веществам – 1,7 ПДК и тоже зимой в тех же районах.

Средняя концентрация диоксида азота превышала норму постоянно за все время наблюдений (рис. 2). Наибольшее превышение нормы приходится на весенний период – более чем в три раза. Наиболее загрязненные районы – это уже упомянутые выше пл. Баляева и ост. Постышева. Здесь превышение ПДК достигает 3,8 раза. Но и на остальных постах наблюдений практически постоянно наблюдалось превышение средней концентрации этого вещества. Здесь необходимо сказать о следующем: в целом доля выбросов оксидов азота в выбросах автотранспорта относительно невелика и не превышает 2% от общей доли выбросов в двигателях, работающих на бензине и 10% в дизельных двигателях. Но значение ПДК значительно ниже, чем у взвешенных частиц и оксида углерода. Диоксид азота примерно в 25 раз токсичнее оксида углерода. Именно поэтому среди всех наблюдаемых веществ средняя концентрация диоксида азота постоянно превышает норму.

Кроме этого, необходимо помнить о следующем. Так как один автобус выбрасывает в девять раз больше загрязняющих веществ, а по диоксиду азота – в одиннадцать раз больше, чем один легковой автомобиль, то простое увеличение числа общественного транспорта при относительно небольшом снижении личного может привести еще к более худшим результатам.

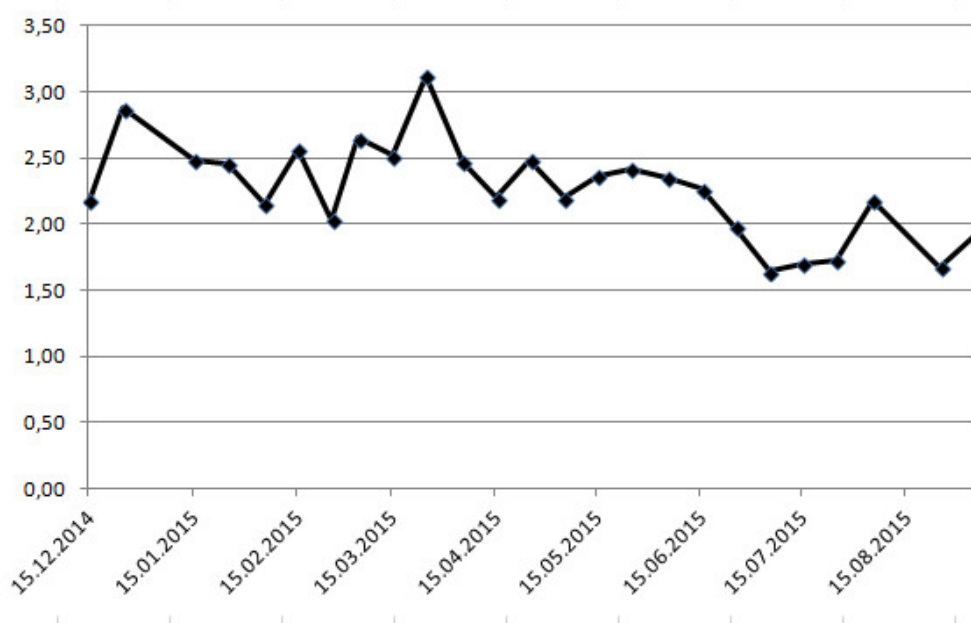


Рис. 2. Средняя концентрация NO<sub>2</sub> в течение года, доли ПДК

В целом для снижения воздействия выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта наиболее рациональным представляется следующее:

Нужно стимулировать создание безопасных, экологически чистых автомобилей. Одновременно необходима разработка экономических механизмов продвижения новых моделей на потребительский рынок, создание платежеспособного спроса на них.



Во Владивостоке необходимо улучшать качество дорожных покрытий для увеличения проходимости автотрасс, т.к. наибольшее количество выбросов и наибольшее воздействие создается в пробках и заторах.

Целесообразно увеличивать инфраструктуру общественного транспорта и одновременно проводить пропагандистские мероприятия с целью снижения использования личного автотранспорта в рабочие дни.

---

1. Современный толковый словарь русского языка Ефремовой [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/efremova/137120/Автомобилизация>

2. Аналитический центр «АльфаСтрахование»: в России на 1000 жителей приходится 249 легковых автомобилей [Электронный ресурс] // АльфаСтрахование. В составе консорциума «Альфа-Групп». Режим доступа: [http://www.alfastrah.ru/news/index.php?ELEMENT\\_ID=103496](http://www.alfastrah.ru/news/index.php?ELEMENT_ID=103496)

3. Подробная статистика официально зарегистрированных транспортных средств по итогу 2014 года [Электронный ресурс] // Igai. Статьи. Сколько автомобилей зарегистрировано в России. Режим доступа: <http://www.1gai.ru/publ/514260-skolko-avtomobiley-zaregistrirovano-v-rossii.html>

4. Методические рекомендации по составлению обзора выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории республики (края, области, автономного округа) в связи с введением нового классификатора видов экономической деятельности [Электронный ресурс] // Инфосайт.ру. Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов. Режим доступа: [http://www.infosait.ru/norma\\_doc/49/49499/index.htm#i213718](http://www.infosait.ru/norma_doc/49/49499/index.htm#i213718)

5. Новости. Лента: экология. [Электронный ресурс] // Примпогода. Владивосток. Режим доступа: <http://primpogoda.ru/news/ecology>

## **1.7. Перспективы получения ряда функциональных соединений с использованием отходов производства риса**

**Л.А. Земнухова, С.Б. Ярусова, Н.В. Макаренко, А.Н. Холомейдик,  
Г.А. Федорищева, П.С. Гордиенко, И.А. Шабалин**

### **The prospects of receiving a number of functional compounds using rice production waste**

**L.A. Zemnukhova, S.B. Yarusova, N.V. Makarenko, A.N. Kholomeydik,  
G.A. Fedorishcheva, P.S. Gordienko, I.A. Shabalin**

*The report presents the results of the research conducted by a team of scientists of the laboratory of rare metals chemistry and laboratory of protective coatings and marine corrosion of Institute of Chemistry of FEB RAS related to the synthesis and study of the properties of a number of compounds derived from waste rice production.*

Комплексная переработка возобновляемого растительного сырья является важнейшим фактором повышения эффективности сельскохозяйственного производства и получения широкого спектра ценных материалов для различных отраслей промышленности.

Запасы возобновляемых растительных источников сырья, к которым относятся и побочные продукты урожая однолетних злаковых растений (солома и плодовые оболочки зерна, называемые также половой, лузгой или шелухой, а также мучка (отруби)), исчисляются в России ежегодно миллионами тонн. Однако коэффициент использования такого сырья чрезвычайно низок. Отходы однолетних культур в основном применяются при получении грубого малоценного корма для жвачных животных, в качестве подстилочного или упаковочного материала и как топливо. В то же время растительная биомасса, которая постоянно возобновляется в процессе фотосинтеза и превышает суммарную добычу угля, нефти и газа, является перспективным сырьем для производства ряда полезных веществ и материалов. Основным достоинством такого сырья является его ежегодная воспроизводимость, а также невысокая стоимость и практически постоянный химический состав для одного вида растения. Для создания эффективных технологий переработки растительного сырья необходимы полные и достоверные сведения о химическом составе веществ, входящих в состав растения, их свойствах, оптимальных условиях получения, которые зачастую отсутствуют.

В Институте химии ДВО РАН в течение ряда лет проводятся систематические исследования химического состава отходов производства риса, гречихи и подсолнечника. Из данного вида сырья уже получен ряд соединений, полезных человеку (например, полисахариды, липиды, аминокислоты, аморфный кремнезем) [1–10].

Следует отметить, что при переработке растительных отходов однолетних культур могут образовываться сточные воды (гидролизаты, экстракты) как кислые, так и щелочные в зависимости от схемы получения конечных продуктов, которые необходимо утилизировать в соответствии с современными нормативными требованиями по охране окружающей среды [11, 12]. Щелочные гидролизаты могут быть утилизированы разными способами с выделением ценных компонентов, таких, как полисахариды [1], ингибиторы коррозии [13] или аморфный диоксид кремния [9, 10]. Однако готовых к внедрению технологий по извлечению ценных веществ из гидролизатов растительных отходов в настоящее время нет.

Проблема утилизации отходов растительного производства, в частности отходов производства риса, в России существует и в настоящее время. В конце 2013 г. в газете «Зеленый мир. Экология: проблемы и программы» (со ссылкой на сайт <http://www.bellona.ru>) опубликована статья, посвященная проблеме выхода из «рисового тупика», где рассматривались возможные рациональные пути утилизации рисовой соломы [14].

В данной работе приведены результаты дальнейших исследований по рассматриваемой проблеме, проведенных коллективом ученых лабораторий химии редких металлов и защитных покрытий и морской коррозии Института химии ДВО РАН, связанные с синтезом и исследованием свойств ряда соединений, полученных из отходов производства риса (рисовой шелухи, соломы и мучки).

### **Получение и исследование свойств аморфного диоксида кремния из отходов производства риса**

В таблице 1 представлены кремний- и/или углеродсодержащие продукты, полученные из рисовой шелухи, по схемам, приведенным ниже, в соответствии

с работами [15, 16]. Проведено исследование их сорбционных свойств по отношению к ионам тяжелых металлов  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ .

Кремний- и/или углеродсодержащие материалы из рисовой шелухи получали по следующим схемам:

– *схема 1*: навеску (60 г) сырья подвергали термообработке при 300, 500 и 600°C;

– *схема 2*: навеску (60 г) сырья подвергали гидролизу 0,1 н раствором минеральной кислоты при 90°C в течение 1 ч, затем отфильтровывали, промывали водой, сушили, проводили обжиг при 600–700°C;

– *схема 3*: навеску (60 г) сырья подвергали щелочному гидролизу 1 н раствором гидроксида натрия при 90°C; целлюлозный остаток сырья отделяли от раствора, промывали, сушили на воздухе; из раствора осаждали кремнезем с помощью концентрированной соляной кислоты; осажденный  $SiO_2$  промывали до полного удаления хлорида натрия и сушили на воздухе при 60°C.

Таблица 1

### Состав и удельная поверхность продуктов переработки рисовой шелухи (РШ)

| № п/п | Условия получения  | Содержание, %     |       | $S_{уд.}$ ,<br>$м^2 \cdot г^{-1}$ |
|-------|--|-------------------|-------|-----------------------------------|
|       |  | $SiO_2$           | C     |                                   |
| 1     | РШ, исходная (промыта водой и высушена)                      | 12,0              | 81,0  | 170                               |
| 2     | Схема 1 (300°C)  | 22,9              | 70,0  | 400                               |
| 3     | Схема 1 (300 и 500°C)  | 53,9              | 39,0  | 300                               |
| 4     | Схема 1 (300 и 600°C)  | 95,0              | 2,0   | 310                               |
| 5     | Схема 2 (300 и 600°C)  | 99,9              | <0,01 | 295                               |
| 6     | Схема 2 (300 и 600°C; прокаливание при 1000°C в течение 1 ч) | 99,9              | –     | 8                                 |
| 7     | Остаток РШ после кислотной обработки                         | 15,0              | 72,0  | 196                               |
| 8     | Схема 3  | 88,5*<br>(99,4**) | –     | 158                               |
| 9     | Целлюлозный остаток РШ после щелочной обработки              | 0,05              | 83,0  | 200                               |

\*Содержание  $SiO_2$  в продукте  $SiO_2 \cdot nH_2O$ ;  $n = 11,3\%$ , \*\*Содержание  $SiO_2$  в продукте после нагрева при 600°C.

Согласно табл. 1, из шелухи риса могут быть получены как вещества с высоким содержанием диоксида кремния (образцы № 4–6, 8), в которых концентрация основного вещества составляет 95,0–99,9%, так и целлюлозный продукт (№ 9), содержащий 83,0% C, и смешанные продукты (№ 2, 3, 7), имеющие в своем составе как  $SiO_2$  (15,0–53,9%), так и углерод (до 72,0%).

Исходная рисовая шелуха (образец 1) характеризуется высокой удельной поверхностью ( $170 м^2 \cdot г^{-1}$ ) [17, 18]. Однако использование рисовой шелухи в качестве сорбента не всегда оправдано, так как согласно [19] происходит вторичное загрязнение раствора водорастворимыми органическими соединениями, входящими в состав шелухи. Термическая (образцы 2, 3) и

химическая (образцы 7, 9) обработки рисовой шелухи приводят к увеличению значения удельной поверхности. Образцы кремнезема из рисовой шелухи (№ 2–5) обладают более высокой удельной поверхностью по сравнению с исходной рисовой шелухой и образцами, полученными после химической обработки. Кремнезем из рисовой шелухи, прокаленный при 1000°C (№ 6) имеет наименьшую удельную поверхность [17, 18].

Для определения параметров, характеризующих сорбционные свойства рисовой шелухи и продуктов ее передела, получены изотермы сорбции ионов  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  в статических условиях из водных растворов хлоридов соответствующих металлов с концентрацией металлов 5–300 мг·л<sup>-1</sup> (время 24 ч).

Для оценки сорбционных свойств рисовой шелухи и продуктов ее переработки изотермы анализировали в соответствующих координатах уравнения Ленгмюра:

$$\frac{C_p}{A_c} = \frac{1}{A_m \cdot k} + \frac{C_p}{A_m}, \quad (1)$$

где  $C_p$  – равновесная концентрация иона металла в растворе,  $A_c$  – сорбционная емкость,  $A_m$  – максимальная сорбционная емкость,  $k$  – константа Ленгмюра.

Сорбционную емкость ( $A_c$ ) исследуемых образцов рассчитывали по формуле:

$$A_c = \frac{C_{исх} - C_p}{m} \cdot V, \quad (2)$$

где  $C_{исх}$  – исходная концентрация иона металла в растворе;  $C_p$  – равновесная концентрация иона металла в растворе;  $V$  – объем раствора;  $m$  – масса сорбента.

Найденные параметры уравнения Ленгмюра представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Параметры уравнения Ленгмюра при сорбции ионов  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  материалами на основе рисовой шелухи**

| № п/п | $Mn^{2+}$                  |       | $Cu^{2+}$                  |       | $Cd^{2+}$                  |       | $Pb^{2+}$                  |       | $Fe^{3+}$                  |       |
|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|
|       | $A_m$ , мг·г <sup>-1</sup> | $R^2$ | $A_m$ , мг·г <sup>-1</sup> | $R^2$ | $A_m$ , мг·г <sup>-1</sup> | $R^2$ | $A_m$ , мг·г <sup>-1</sup> | $R^2$ | $A_m$ , мг·г <sup>-1</sup> | $R^2$ |
| 1     | 10,44                      | 0,99  | 6,76                       | 0,99  | 6,9                        | 0,98  | 19,31                      | 0,99  | 4,66                       | 0,99  |
| 2     | 7,12                       | 0,99  | 12,47                      | 0,99  | 13,99                      | 0,98  | 22,80                      | 0,99  | 10,79                      | 0,99  |
| 3     | 21,67                      | 0,99  | 20,22                      | 0,99  | 32,00                      | 0,99  | 93,97                      | 0,99  | 16,96                      | 0,99  |
| 4     | 17,97                      | 0,99  | 11,58                      | 0,99  | 13,00                      | 0,99  | 55,88                      | 0,99  | 39,39                      | 0,98  |
| 5     | 9,40                       | 0,99  | 6,27                       | 0,99  | 4,95                       | 0,99  | 44,93                      | 0,99  | 16,96                      | 0,98  |
| 7     | 2,4                        | 0,98  | 6,10                       | 0,99  | 1,7                        | 0,99  | 13,75                      | 0,99  | 1,77                       | 0,99  |
| 9     | 8,34                       | 0,99  | 14,69                      | 0,99  | 16,81                      | 0,99  | 27,16                      | 0,99  | 7,64                       | 0,99  |

Значения коэффициентов корреляции, приведенные в табл. 2, подтверждают достоверность модели Ленгмюра для описания процесса сорбции исследуемых катионов рисовой шелухой и продуктов на ее основе.

Анализ сорбционных свойств рисовой шелухи и продуктов её переработки показал, что наиболее эффективным сорбентом для удаления ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  является образец 3 [18, 20], содержащий 53,9%  $\text{SiO}_2$  и 39,0% С, а для ионов  $\text{Fe}^{3+}$  – образец 4, полученный путем двухстадийного обжига при 300 и 600°C, содержащий 95%  $\text{SiO}_2$  и 2% С. Исходная рисовая шелуха, а также образцы, подвергнутые кислотной обработке, как с термообработкой (образец 5), так и без (образец 7) обладают низкой сорбционной способностью по отношению практически ко всем ионам [17, 20]. Образец 9, полученный обработкой щелочью, обладает невысокой сорбционной емкостью по отношению к исследуемым ионам.

Исследование сорбционной способности диоксида кремния, полученного путем осаждения по схеме 3 (образец 8), проводилось только для ионов  $\text{Mn}^{2+}$ , величина максимальной сорбционной емкости  $A_m$  при этом составила  $12,7 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$  [21].

### Использование щелочных гидролизатов рисовой соломы для получения силикатов щелочных и щелочноземельных металлов

В Институте химии ДВО РАН предложены принципиальные технологические схемы получения гидросиликатов кальция, волластонита [22] и алюмосиликатов щелочных металлов из щелочных гидролизатов рисовой соломы, образующихся после выделения аморфного кремнезема из отходов переработки данного растительного сырья [23] (рис. 1, 2).



Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения силикатов кальция из щелочных экстрактов соломы риса

Получаемые по принципиальной технологической схеме, представленной на рис. 1, гидросиликаты кальция и волластонит находят широкое применение при производстве строительных материалов, бумаги, красок, пластмасс, композиционных полимерных и металлокерамических материалов, сорбентов для очистки вод. В ряде случаев они являются высококачественными заменителями талька, каолина, мела, диоксида титана. Широкий спектр применения гидросиликатов кальция и волластонита в различных отраслях промышленности обусловлен их ценными физико-химическими и технологическими свойствами. Существует большое количество способов получения силикатов кальция из различных кальций- и кремнийсодержащих соединений [24–26], но в последнее время значительное внимание уделяется способам низкотемпературного безавтоклавного гидрохимического синтеза гидросиликатов кальция с последующей их дегидратацией для получения волластонита, которые являются наиболее перспективными [27]. В связи с этим щелочные гидролизаты соломы риса представляют интерес при получении данных соединений путем низкотемпературного безавтоклавного синтеза. Кроме того, вследствие наличия широкого спектра минерального сырья и техногенных отходов на основе кремния и кальция на территории РФ исследования, связанные с получением силикатов кальция из растительного сырья, практически не проводятся, хотя учеными других стран подобные работы упоминаются [28].

В результате проведенных экспериментов согласно схеме, приведенной на рис. 2, были синтезированы рентгеноаморфные алюмосиликаты калия и натрия с удельной поверхностью 84,8 и 32,7 м<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup> соответственно (далее – образцы I (PC-3-K) и II (PC-6-Na)).

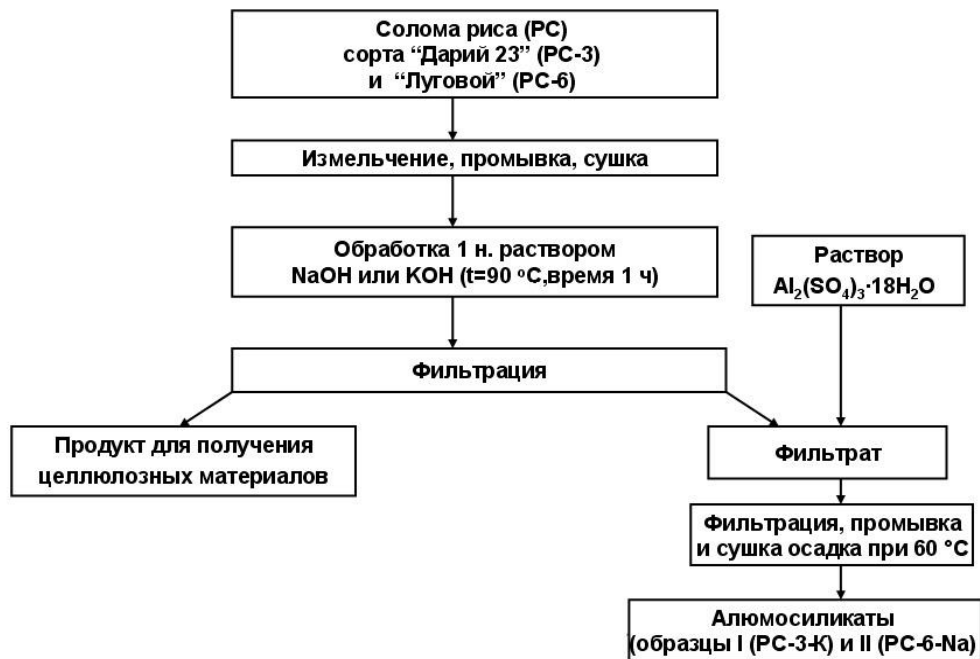


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема получения алюмосиликатов калия и натрия из щелочных экстрактов соломы риса

Исследованы сорбционные свойства полученных соединений по отношению к ионам  $\text{Cs}^+$  в статических условиях из водных растворов карбоната цезия (соотношение твердой и жидкой фаз 1:40; температура  $20^\circ\text{C}$ ; диапазон концентраций ионов  $\text{Cs}^+$  – от 0,1 до 4,6 ммоль·л<sup>-1</sup>; время 3 ч).

На основании полученных экспериментальных данных по сорбции ионов  $\text{Cs}^+$  исследуемыми сорбентами построены изотермы сорбции (рис. 3).

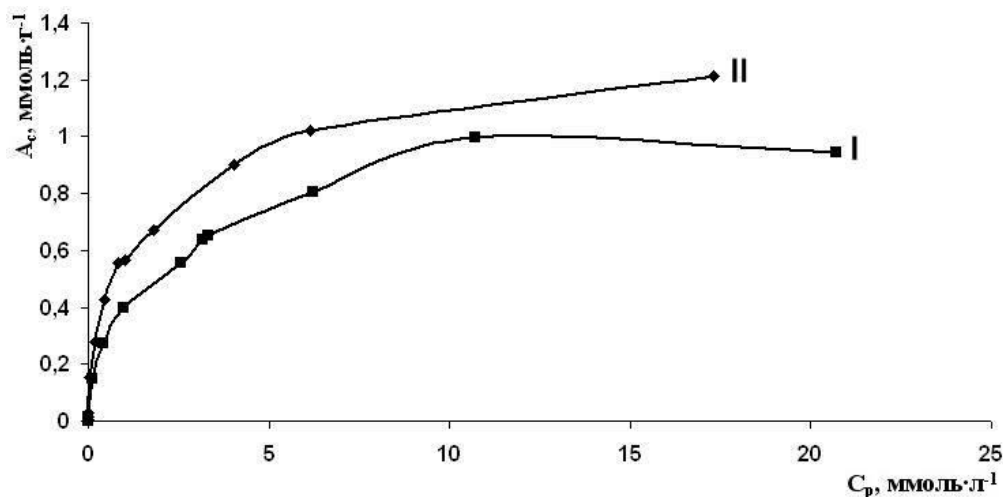


Рис. 3. Изотермы сорбции ионов  $\text{Cs}^+$  сорбентами I и II:  $A_c$  – сорбционная емкость,  $C_p$  – равновесная концентрация ионов  $\text{Cs}^+$  в растворе

Как видно из приведенного рисунка, сорбционная способность сорбента II по отношению к ионам цезия выше, чем у сорбента I.

Для оценки сорбционных свойств образцов I и II полученные изотермы сорбции анализировали в соответствующих координатах уравнения Ленгмюра. Найденные параметры уравнения Ленгмюра представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры уравнения Ленгмюра при сорбции ионов  $\text{Cs}^+$  сорбентами I и II

| Сорбент | $k$ , л·ммоль <sup>-1</sup> | $A_m$ , ммоль·г <sup>-1</sup> | $R^2$  |
|---------|-----------------------------|-------------------------------|--------|
| I       | 0.9                         | $1.0 \pm 0.15$                | 0.9857 |
| II      | 1.33                        | $1.2 \pm 0.18$                | 0.9897 |

При исследовании кинетики сорбции установлено, что процесс извлечения ионов  $\text{Cs}^+$  исследуемыми сорбентами протекает достаточно интенсивно, и уже через 1 мин степень извлечения ионов  $\text{Cs}^+$  составляет 90,3% для сорбента I и 96,9% для сорбента II [23].

#### Использование отходов производства риса в виде рисовой муки для получения сорбента и экологически безопасных ингибиторов коррозии

Рисовая мука, химический состав которой указывает на возможность извлечения из нее большого количества новых продуктов: высококачественного белка, рисового масла и солей инозитгексафосфорной (ИГФК) (фитиновой)

кислоты, привлекает особое внимание. Сумма производных инозитгексафосфорной кислоты в мучке риса составляет ~6% [29]. Фитиновая кислота и ее соли имеют широкий спектр применения в фармакологической и пищевой промышленности [30–32]. Другой перспективной областью применения производных ИГФК и других фосфоинозитолов, как показывают наши предыдущие исследования, может быть разработка экологически безопасных ингибиторов коррозии [33].

Объектами исследования служили фосфорсодержащие вещества, полученные в лаборатории химии редких металлов Института химии ДВО РАН из отхода производства риса – мучки риса. В качестве образца сравнения – реактив фирмы «Sigma» (гидрат фитината натрия,  $C_6H_{18}O_{24}P_6 \cdot xNa \cdot yH_2O$ ), полученный из риса (однако производителем не указана часть растения, из которой получен реактив).

Экстракцию фитиновой кислоты из рисовых отходов осуществляли по разработанной ранее методике, описанной в [34], путем кислотного гидролиза навесок сырья (20–100 г) 1%-м раствором соляной кислоты при соотношении Т:Ж = 1:5, непрерывном перемешивании или без него во временных интервалах от 20 мин до 3 ч при температуре 20–80°C. Экстракт отстаивали, отфильтровывали через бумажный фильтр, промывая остаток сырья 1%-м раствором соответствующей кислоты, и направляли раствор на ультрафильтрацию, которую проводили через ацетатцеллюлозные мембраны УАМ-500. Из очищенного таким образом экстракта осаждали соли фитиновой кислоты 10%-ми растворами гидроксидов натрия или аммония при pH 7,0–8,0, которые затем отделяли от раствора фильтрованием, промывали на фильтре водой, высушивали на воздухе до постоянной массы.

Для получения фосфорсодержащих образцов из рисовой мучки использовали 10 %  $NH_4OH$  (образец I) или 10%  $NaOH$  (образец II).

Результаты элементного анализа фосфорсодержащих веществ даны в табл. 4.

Таблица 4

**Элементный состав реактива «Sigma» и фосфорсодержащих образцов, полученных из рисовой мучки**

| Элемент | Содержание, %   |           |            |
|---------|-----------------|-----------|------------|
|         | Реактив «Sigma» | Образец I | Образец II |
| C       | 9,28            | 7,27      | 6,65       |
| H       | 2,72            | 4,39      | 3,56       |
| O       | 55,1            | 55,2      | 54,66      |
| P       | 22,63           | 16,71     | 14,78      |
| N       | –               | 4,0       | –          |
| Mg      | –               | 8,84      | 7,95       |
| K       | –               | 3,46      | 4,31       |
| Na      | 12,72           | –         | 3,03       |
| Ca      | –               | 1,04      | 1,11       |



Соотношение элементов в реактиве следующее: P:C = 5,6:6, что соответствует наличию фрагментов C<sub>6</sub>P<sub>6</sub> в фитиновой кислоте, а соотношение элементов в выделенных фосфорсодержащих продуктах из рисовой мучки иное: P:C = 5.3–5.1:6, что свидетельствует о присутствии в изучаемых веществах фрагментов C<sub>6</sub>P<sub>5</sub>, входящих в состав пентофосфоинозотида.

По данным рентгенофазового анализа, реактив гидрат фитината натрия и все фосфорсодержащие соединения (из рисовой мучки) являются рентгеноаморфными.

В ИК спектре реактива присутствуют интенсивные полосы поглощения в области 933–1203 см<sup>-1</sup> и 515 см<sup>-1</sup>, которые согласно [35] относятся к валентным и деформационным колебаниям связей P–O. Тетраэдрический ион PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> характеризуется четырьмя нормальными колебаниями, из которых только два активны в ИК спектре: ν<sub>3</sub> ~ 1017 см<sup>-1</sup> (валентное) и ν<sub>4</sub> ~ 567 см<sup>-1</sup>. Наличие трех интенсивных полос в ИК спектре реактива «Sigma» указывает на низкую симметрию катиона PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. О присутствии групп OH<sup>-</sup> в гидрате фитината натрия свидетельствуют полосы поглощения в ИК спектре в области валентных (3375 см<sup>-1</sup>) и деформационных (1659 см<sup>-1</sup>) колебаний. Анализ ИК спектров фосфорсодержащих продуктов из рисовой мучки показывает, что оба образца имеют одинаковые спектры, которые характеризуются наличием только двух полос поглощения в области валентных колебаний групп PO<sub>4</sub> (993–996 см<sup>-1</sup> и 1121–1128 см<sup>-1</sup>), а не трех, как в реактиве «Sigma».

Изучено действие растворов образцов I, II и реактива на сталь Ст3 фосфоинозотида. Результаты гравиметрических экспериментов реактива, образцов I и II показаны в табл. 5. В качестве стандартных ингибиторов коррозии использовали 1,2,4-триазол и 3-амино-1,2,4-триазол [36]. Согласно полученным данным, защитный эффект, оказываемый фосфорсодержащими веществами в 3 %-ном растворе NaCl, превышает значение Z триазолов по отношению к стали Ст3. Наибольшее ингибирующее действие оказывает добавка образца II. В солянокислом растворе величина Z исследуемых образцов I, II и реактива «Sigma» ниже значения защитного эффекта триазолов.

Таблица 5

**Среднее значение скорости коррозии стали (K, г/м<sup>2</sup>·ч) и защитный эффект (Z, %) растворов триазолов и производных инозитгексафосфорной кислоты**

| Раствор               | Сталь Ст3       |      |                 |      |
|-----------------------|-----------------|------|-----------------|------|
|                       | 3 % NaCl        |      | 0.1 н. HCl      |      |
|                       | K <sub>ср</sub> | Z    | K <sub>ср</sub> | Z    |
| 1,2,4-триазол         | 0,0906          | 55,9 | 0,0383          | 98,3 |
| 3-амино-1,2,4-триазол | 0,1003          | 51,1 | 0,0847          | 96,3 |
| Реактив «Sigma»       | 0,042           | 62,5 | 0,417           | 91,0 |
| Образец I             | 0,0728          | 64,5 | 1,0537          | 54,5 |
| Образец II            | 0,015           | 86,6 | 0,802           | 82,7 |

Результаты потенциодинамического исследования поверхности стали (табл. 6) также подтверждают данные гравиметрических испытаний. Добавки

триазолов и образца I в раствор хлорида натрия приводят к сдвигу анодных и катодных поляризационных кривых в область меньших значений тока и уменьшению значений плотности тока коррозии ( $I_{кор}$ , мкА/см<sup>2</sup>). Значения коэффициентов торможения анодной ( $\gamma_a$ ) и катодной ( $\gamma_k$ ) реакций свидетельствуют о преимущественном замедлении анодной реакции коррозионного процесса. В кислой среде наблюдается одинаковое торможение как анодной, так и катодной реакций: значения коэффициентов  $\gamma_a$  и  $\gamma_k$  мало отличаются друг от друга.

Таблица 6

**Электрохимические параметры процесса коррозии стали Ст3 в 3%-м растворе NaCl и 0,1 н растворе HCl с добавкой фитината аммония и триазолов**

| Раствор               | E, мВ | $b_a$ , мВ | $b_c$ , мВ | $I_{кор}$ , мкА/см <sup>2</sup> | $\gamma_a$ | $\gamma_k$ |
|-----------------------|-------|------------|------------|---------------------------------|------------|------------|
| pH=7,0                |       |            |            |                                 |            |            |
| NaCl                  | -597  | 118        | 336        | 5,710                           | –          | –          |
| 1,2,4-триазол         | -525  | 108        | 561        | 3,787                           | 5,0        | 1,3        |
| 3-амино-1,2,4-триазол | -490  | 106        | 861        | 3,587                           | 24,4       | 2,0        |
| Образец I             | -491  | 43         | 606        | 2,703                           | 11,3       | 2,0        |
| pH=1,0                |       |            |            |                                 |            |            |
| HCl                   | -467  | 60         | 105        | 41,93                           |            |            |
| 1,2,4-триазол         | -460  | 48         | 140        | 20,3                            | 4,9        | 2,7        |
| 3-амино-1,2,4-триазол | -468  | 59         | 172        | 21,9                            | 1,3        | 2,4        |
| Образец I             | -473  | 74         | 174        | 26,3                            | 1,4        | 2,1        |

\* E – потенциал коррозии,  $b_a$  и  $b_c$  – коэффициенты наклона тафелевых участков анодной и катодной кривых соответственно;  $I_{кор}$  – плотность тока коррозии,  $\gamma_a$  – коэффициент торможения анодной реакции;  $\gamma_k$  – коэффициент торможения катодной реакции.

Была изучена морфология поверхности пластин стали. На рисунке 4 представлены микрофотографии поверхности стали Ст3 до и после коррозионных испытаний в растворе 3% NaCl и 0,1 н HCl с добавкой образца I. Анализ микрофотографий показывает, что во время экспозиции на стальных пластинах образуется пленка, состоящая из агрегатов различных размеров (рис. 4, б, в). На поверхности стали, экспонированной в 3%-м растворе NaCl с добавлением фосфорсодержащего продукта, агрегаты имеют глобулярное строение и состоят из более мелких частиц, размер которых составляет 5–20 мкм. По данным энергодисперсионного микроанализа пленки, формирующиеся на поверхности малоуглеродистой стали, содержат фосфор, количество которого изменяется от 1,35 % (экспонирование в 0,1 н HCl) до 1,69% (экспонирование в растворе NaCl).

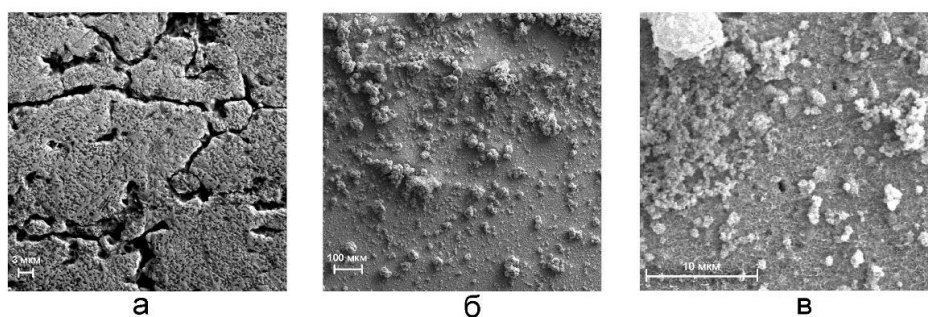


Рис. 4. Микрофотографии исходной поверхности стали Ст3 до (а) и после коррозионных испытаний в 3%-м растворе NaCl (б) и в 0,1 н HCl (в) с добавками фосфорсодержащего вещества (образец I)

Недавно начатые работы коллективом лабораторий химии редких металлов, защитных покрытий и морской коррозии Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук показали, что соли ИГФК также являются высокоэффективными природными сорбентами ионов тяжелых металлов. На данном этапе были выполнены следующие исследования, которые показывают возможность применения производных фитиновой кислоты, полученных из отходов производства риса (мучки), в процессах очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов:

известно [37–39], что сорбенты на основе фитиновой кислоты и ее производных могут применяться для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов;

в лаборатории химии редких металлов Института химии ДВО РАН из рисовой мучки синтезирован сорбент на основе производного фитиновой кислоты (фитиновый сорбент) с удельной поверхностью  $6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{г}^{-1}$ ;

исследованы сорбционные свойства полученного фитинового сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$ ).

На рисунке 5 приведены кинетические кривые сорбции ионов тяжелых металлов фитиновым сорбентом, полученным из мучки риса. Опыты по кинетике сорбции проводили в статических условиях при  $20^\circ\text{C}$  из водных растворов солей хлоридов марганца, кобальта, никеля, меди, цинка, стронция, кадмия и свинца (соотношение твердой и жидкой фаз 1:400; начальная концентрация ионов металла  $200 \text{ мкг} \cdot \text{мл}^{-1}$ ; временной интервал – от 1 до 180 мин).

Как видно из представленных зависимостей, в кинетике процесса сорбции исследуемых металлов фитиновым сорбентом наблюдаются различия. Равновесие в распределении ионов металлов между раствором и сорбентом устанавливается через 4 мин для ионов  $\text{Pb}^{2+}$ , 16 мин для ионов  $\text{Zn}^{2+}$ , 30 мин для ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , 60 мин для ионов  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Sr}^{2+}$ , 120 мин для ионов  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ . Следует учесть тот факт, что реальное время взаимодействия сорбента и сорбата на 5–10 мин больше с учетом продолжительности фильтрации осадков через фильтр «синяя лента». Величины сорбционной емкости исследуемого сорбента по отношению к ионам  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  составляют в условиях равновесия соответственно 0,4, 1,16, 1,2, 0,7, 0,8, 1,4, 1,0 и 0,8 ммоль  $\cdot \text{г}^{-1}$  (степень извлечения 99,0, 99,7, 97,4, 98,3, 87,0, 89,5, 73,5 и 58,3% соответственно) [40, 41].

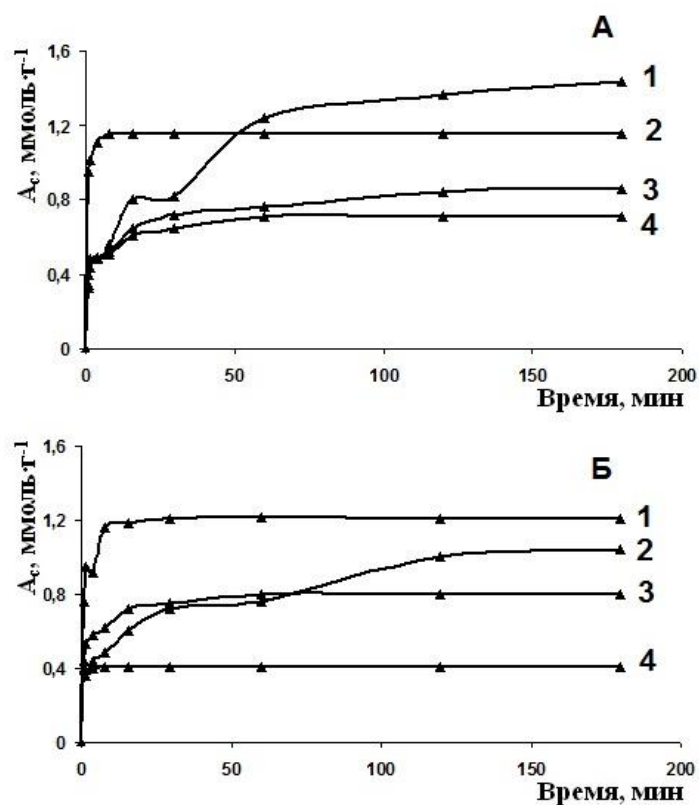


Рис. 5. Кинетические кривые сорбции ионов тяжелых металлов фитиновым сорбентом (А: 1 – Mn<sup>2+</sup>, 2 – Zn<sup>2+</sup>, 3 – Ni<sup>2+</sup>, 4 – Cd<sup>2+</sup>; Б: 1 – Cu<sup>2+</sup>, 2 – Co<sup>2+</sup>, 3 – Sr<sup>2+</sup>, 4 – Pb<sup>2+</sup>)

Кинетические данные по сорбции ионов металлов анализировали в соответствии с кинетическими моделями псевдо-первого и псевдо-второго порядков [42, 43].

При анализе интегральных кинетических кривых установлено, что кинетическая модель псевдо-второго порядка является наиболее подходящей для описания сорбции ионов металлов фитиновым сорбентом, о чем свидетельствуют соответствующие коэффициенты корреляции, приведенные в табл. 7.

Таблица 7

**Результаты обработки интегральных кинетических кривых сорбции ионов тяжелых металлов фитиновым сорбентом в соответствии с моделями псевдо-первого и псевдо-второго порядков**

| Ион металла      | R <sup>2</sup>                             |  |
|------------------|--|--|
|                  | Кинетическая модель псевдо-первого порядка | Кинетическая модель псевдо-второго порядка |
| 1                | 2  | 3  |
| Pb <sup>2+</sup> | 0,9661                                     | 0,9999                                     |
| Zn <sup>2+</sup> | 0,9802                                     | 0,9999                                     |
| Cu <sup>2+</sup> | 0,8789                                     | 0,9999                                     |

Окончание табл. 7

| 1                | 2      | 3      |
|------------------|--------|--------|
| Cd <sup>2+</sup> | 0,7657 | 0,9997 |
| Sr <sup>2+</sup> | 0,9393 | 0,9999 |
| Mn <sup>2+</sup> | 0,9858 | 0,9901 |
| Co <sup>2+</sup> | 0,9723 | 0,9882 |
| Ni <sup>2+</sup> | 0,8897 | 0,9985 |

Из представленных результатов следует, что проведенные исследования дают возможность перерабатывать отходы производства риса (солому, шелуху, мучку) с получением различных функциональных соединений, характеризующихся широким спектром применения.

1. Земнухова, Л.А. Исследование состава и свойств полисахаридов из рисовой шелухи / Л.А. Земнухова, С.В. Томшич, В.А. Мамонтова, Н.А. Командорова, Г.А. Федорищева, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77, вып. 11. – С. 1901–1904.

2. Земнухова, Л.А. Исследование состава липидов в отходах производства риса и гречихи / Л.А. Земнухова, С.В. Исай, Е.Д. Шкорина, Н.Г. Бусарова // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т. 79, вып. 79. – С. 1554–1557.

3. Земнухова, Л.А. Исследование аминокислотного состава в отходах производства риса, гречихи и подсолнечника / Л.А. Земнухова, Н.В. Макаренко, Л.Я. Тищенко, Е.В.Ковалева // Журнал химии растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 147–149.

4. Макаренко, Н.В. Комплексная переработка рисовой мучки / Н.В. Макаренко, Н.И. Герасименко, С.А. Самотылова, Л.А. Земнухова // 6-й Международный симпозиум «Химия и химическое образование». – Владивосток, 2014. – С. 236–237.

5. Колзунова, Л.Г. Использование ультрафильтрации для извлечения солей фитиновой кислоты из отходов производства риса / Л.Г. Колзунова, Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева, Л.Н. Куриленко, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т. 73, вып. 10. – С. 1644–1651.

6. Ладатко, А.Г. Получение аморфного кремнезема из лузги и соломы риса / А.Г. Ладатко, Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева, В.А. Ковалевская // Ресурсы. – 2005. – № 7. – С. 100–105.

7. Zemnukhova, L.A. Structural peculiarities of amorphous silica from plants / L.A. Zemnukhova, T.A. Babushkina, T.P. Klimova, A.M. Ziatdinov, A.N. Kholomeiydik // Applied Magnetic Resonance. – 2012. – Vol. 42. № 4. – P. 557–584.

8. Вураско, А.В. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозы при комплексной переработке соломы риса / А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, Л.А. Земнухова, А.Р. Гамимова // Химия растительного сырья. – 2007. – № 2. – С. 21–25.

9. Пат. 2312945 Российская Федерация, МПК D21C 1/06; D21C 3/02. Способ получения целлюлозы / Б.Н. Дрикер, Л.А. Земнухова, А.В. Вураско, Е.А. Мозырева, А.Р. Галимова, Е.М. Плотникова. – № 2006110417/12; заявл. 31.03.2006; опубл. 20.12.07, Бюл. № 35.

10. Пат. № 2394764 Российская Федерация, МПК C01B33/12; B82B1/00. Способ получения диоксида кремния / Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева. – № 2009114380/15; заявл. 15.04.2009; опубл. 20.07.10.
11. Земнухова, Л.А. Исследование возможности использования оборотной системы водоснабжения в процессе получения аморфного кремнезема из рисовой шелухи / Л.А. Земнухова, О.Д. Арефьева, Г.А. Федорищева, А.А. Ковшун // Экология и промышленность России (ЭКиП). – 2011. – Февраль. – С. 49–51.
12. Земнухова, Л.А. Состав и очистка сточных вод, образующихся при щелочном гидролизе рисовой шелухи / Л.А. Земнухова, О.Д. Арефьева, А.А. Ковшун // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – Т. 19. № 5. – С. 509–514.
13. Щетинина, Г.П. Изучение ингибирующего действия веществ, выделенных из отходов переработки растительного сырья / Г.П. Щетинина, Б.Б. Чернов, Л.А. Земнухова, У.В. Харченко // Транспортное дело России. – 2005. – № 3. (Спец. выпуск). – С. 135–136.
14. Шевченко, Д. Что делать с рисовой соломой? [Электронный ресурс] / Д. Шевченко. Режим доступа: <http://zmdosie.ru/eko-press/problemy/2853-chtodelat-s-risovoj-solomoj>
15. Земнухова, Л.А. Исследования условий получения, состава примесей и свойств аморфного диоксида кремния из отходов производства риса / Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева, А.Г. Егоров, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. № 2. – С. 324–328.
16. Земнухова, Л.А. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Г.А. Федорищева, Н.Н. Баринов, Т.А. Сокольницкая, А.И. Боцул // Неорганические материалы. – 2006. – Т. 42. № 1. – С. 27–32.
17. Шевелева, И.В. Извлечение ионов металлов сорбентами на основе рисовой шелухи / И.В. Шевелева, А.Н. Холомейдик, А.В. Войт, Н.П. Моргун, Л.А. Земнухова // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82. № 10. – С. 1688–1692.
18. Шевелева, И.В. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe(III), Cu(II), Cd(II), Pb(II) из растворов / И.В. Шевелева, А.Н. Холомейдик, А.В. Войт, Л.А. Земнухова // Химия растительного сырья. – 2009. – № 4. – С. 171–176.
19. Арефьева, О.Д. Сорбция пестицида 2,4-Д из водных растворов сорбентами из отходов производства риса / О.Д. Арефьева, Л.А. Земнухова, В.Г. Рыбин, Н.П. Моргун, М.А. Цветнов, В.В. Меньшенина, А.А. Ковшун, А.Е. Панасенко // VIII Всероссийская научная конференция «Химия и технология растительных веществ», 7–10 октября 2013 г. – Калининград. Сыктывкар: Редакционно-издательский отдел Коми НЦ Уро РАН, 2013. – С. 33.
20. Холомейдик, А.Н. Удаление ионов марганца из водных растворов сорбентами на основе рисовой шелухи / А.Н. Холомейдик, Л.А. Земнухова // Экология и промышленность России. – 2015. – № 11. – С. 34–35.
21. Холомейдик, А.Н. Сорбционные свойства аморфного кремнезема, полученного методом осаждения из щелочных гидролизатов растительного и минерального сырья / А.Н. Холомейдик, О.Д. Арефьева, Л.А. Земнухова // XII Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы экологии», г. Тула, 2015 г. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2015. – С. 3–5.
22. Гордиенко, П.С. Синтез силикатов кальция из щелочных экстрактов соломы риса / П.С. Гордиенко, С.Б. Ярусова, Л.А. Земнухова, А.И. Чередниченко //

VI Междунар конф. «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий», 20–24 сент. 2010 г., Большая Ялта, Понизовка (АР Крым): [тез. докл.]. – Большая Ялта, Понизовка (АР Крым), 2010. – С. 370.

23. Ярусова, С.Б. Получение и сорбционные свойства алюмосиликатов натрия и калия из щелочных гидролизатов соломы риса / С.Б. Ярусова, Л.А. Земнухова, П.С. Гордиенко, Е.А. Цой, И.А. Шабалин // V Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», г. Суздаль, 6–10 октября 2014 г. – М.: ИМЕТ РАН, 2014. – С.456–458.

24. Гладун, В.Д. Получение ксонотлита и перспективы его применения / В.Д. Гладун, Л.В. Акатьева, Н.Н. Андреева, А.И. Холькин // Химическая технология. – 2000. – № 11. – С. 2–9.

25. Гладун, В.Д. Получение и применение синтетического волластонита из природного и техногенного сырья / В.Д. Гладун, Л.В. Акатьева, Н.Н. Андреева, А.И. Холькин // Химическая технология. – 2004. – № 9. – С. 4–11.

26. Тюльнин, В.А. Волластонит: уникальное минеральное сырье многоцелевого назначения / В.А. Тюльнин, В.Р. Ткач, В.И. Эйрих, Н.П. Стародубцев. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. – 144 с.

27. Ярусова, С.Б. Синтез силикатов кальция в многокомпонентных системах и их физико-химические свойства: дис. ... канд. хим. наук / С.Б. Ярусова. – Владивосток, 2010. – 128 с.

28. Nizami, M.S. Studies on the synthesis of wollastonite from rice husk ash and limestone / M.S. Nizami. – Pakistan, Lahore: Institute of chemistry, University of the Punjab, 1993. – 280 p.

29. Сергиенко, В.И. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи / В.И. Сергиенко, Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Е.Д. Шкорина, Н.С. Василюк // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2004. – Т. XLVIII. № 3. – С. 116–124.

30. Karunaratne, Anjani M. Zinc, iron and phytic acid levels of some popular foods consumed by rural children in Sri Lanka / Anjani M. Karunaratne, P.H. Amerasinghe, V.M. Sadagopa Ramanujam, H.H. Sandstead, P.A.J. Perera // Journal of Food Composition and Analysis. – 2008. – Vol. 21. – P. 481–488.

31. Stodolak, B. The effect of phytic acid on oxidative stability of raw and cooked meat / B. Stodolak, A. Starzynrska, M. Czyszczonek, K. Zyla // J. Food Chem. – 2007. – Vol. 101. – P. 1041–1045.

32. Sung-Hyen, Lee. Dietary phytic acid lowers the blood glucose level in diabetic KK mice / Sung-Hyen Lee, Hong-Ju Park, Hye-Kyung Chun, So-Young Cho, Soo-Muk Cho, Hyun Soon Lillehoj // Nutrition Research. – 2006. – Vol. 26. – P. 474–479

33. Макаренко, Н.В. Фосфорсодержащие продукты из отходов производства риса и их антикоррозионные свойства / Н.В. Макаренко, У.В. Харченко, А.Б. Слободюк, Л.А. Земнухова // Журнал химии растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 255–260.

34. Колзунова, Л.Г. Использование ультрафильтрации для извлечения солей фитиновой кислоты из отходов производства риса / Л.Г. Колзунова, Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева, Л.Н. Куриленко, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т. 73, вып. 10. С. 1644–1651.

35. Накамото, К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
36. Bentiss, F. The corrosion inhibition of mild steel in acidic media by a new triazole derivative / F. Bentiss, M. Lagrenee, M. Traisnel, J.C. Hornez // Corrosion science. – 1999. – Vol. 41. – P. 789–803.
37. Iemma, F. Removal of metal ions from aqueous solution by chelating polymeric microspheres bearing phytic acid derivatives / F. Iemma, G. Cirillo, Spizzirri U. Gianfranco, F. Puoci, Parisi O. Ilaria, N. Picci // European Polymer Journal. – 2008. – Vol. 44. – P. 1183–1190.
38. Li, R. Removal of aqueous Hg(II) and Cr(VI) using phytic acid doped polyaniline/cellulose acetate composite membrane / R. Li, L. Liu, F. Yang // Journal of Hazardous Materials. – 2014. – Vol. 280. P 20–30.
39. Torre, M. Effects of Dietary Fiber and Phytic Acid on Mineral Availability / M. Torre, A.R. Rodriguez, F. Saura-Calixto // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1991. – Vol. 30:1. – P. 1–22.
40. Макаренко, Н.В. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов сорбентом из отходов производства риса / Н.В. Макаренко, С.Б. Ярусова, Ю.А. Азарова, Л.А. Земнухова // Вестник ДВО РАН. – 2015.– № 4. – С. 94–99.
41. Макаренко, Н.В. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов сорбентом, полученным из отходов производства риса / Н.В. Макаренко, С.Б. Ярусова, Л.А. Земнухова, Ю.А. Азарова // IV Междунар. конф. по химии и химической технологии, 14 – 18 сент. 2015 г., Ереван [сб. матер.]. – Ереван, 2015. – С. 40–42.
42. Coleman, N.J. Sorption of  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Sr}^{2+}$  by waste-derived 11 Å tobermorite / N.J. Coleman, D.S. Brassington, A. Raza, A.P. Mendham // Waste Management. – 2006. – Vol. 26. – P. 260–267.
43. Ho, Y.S. Pseudo-second order model for sorption processes / Y.S. Ho, G. McKay // Process Biochemistry. – 1999. – Vol. 34. – P. 451–465.

### **1.8. Спектрофотометрический фотоабсорбционный тест как экологическая оценка состояния зеленых растений**

**В.М. Колдаев**

#### **The spectrophotometry test of photoabsorption as valuing of state of green plants**

**V.M. Koldaev**

*In this article we described the objective laws the correlation of content a chlorophylls and other pigments in green leafs. It is recording absorption spectrums of extracts from leaves 242 plants 32 families. This spectrum subdivides into three basic types by arrangement of greatest maximum in middle-wave, long-wave ultra-violet, visible part of optical range. We estimate the relative content of chlorophyll and other pigment by ratio optical density of length wave 664 nm and optical density of length wave of greatest maximum. The first type is characterized by low, the second type by middle and third type by the most content of chlorophyll in green leaves in comparison with other pigments.*

Адаптация растений к экстремальным условиям связана со значительными перестройками высокочувствительного к внешним воздействиям ассимилирующего аппарата [1]. Вероятно, показательными и значимыми оценками со-



стояния растений могут служить изменения фотосинтетических процессов под влиянием тех или иных условий среды. Как известно [2], фоторецепторная система зеленого листа строится на базе двух важнейших типов химических соединений: тетрапирролов, образующих циклы хлорофиллов и открытую структуру фикобилинов, а также полиизопреноидов, порождающих большой и разнообразный класс каротиноидов. Кроме того, в утилизации энергии света участвуют также разнообразные пигменты с хромофорными группами: антоцианы, флавоноиды, алкалоиды и др. Соотношение поглощения энергии хлорофиллами и другими пигментами служит показателем напряженности фотосинтетических процессов, что имеет практическое значение, например, для характеристики влияния среды на состояние растительных ресурсов. Спектрофотометрическое определение сравнительной поглощательной способности хлорофиллов относительно других хромофоров зеленых листьев составило цель нашей работы.

Материалом исследований служили растения 242 видов из 32 семейств. От растений с использованием рандомизации случайными числами отбирали по 3 листа. Из каждого листа в средней трети симметрично осевой жилке тотчас вырезали 2 фрагмента по 1 кв. см и растирали в ступке с кварцевым песком, небольшим количеством углекислого магния и 10-ю мл 95% этанола, затем фильтровали во флаконы темного стекла. Абсорбционные оптические спектры (АОС) фильтратов регистрировали на цифровом спектрофотометре UV-2501PC (Shimadzu, Япония), обрабатывали по описанной ранее авторской методике [2], определяли длину волны и оптическую плотность наиболее высоких максимумов. Зарегистрированные АОС имели от 6 до 8 максимумов разной высоты в ультрафиолетовом и видимом диапазонах. К примеру, АОС спиртового извлечения из листьев лука-батуна – *Allium fistulosum* L., Alliaceae (рис. 1), в котором максимумы на длинах волн 617, 664 соответствуют поглощению хлорофиллами, 435, 467 – каротиноидами, 266, 335 и 372 нм – хромофорами других пигментов, наиболее высокий максимум (НВМ) приходится на длину волны 266 нм.

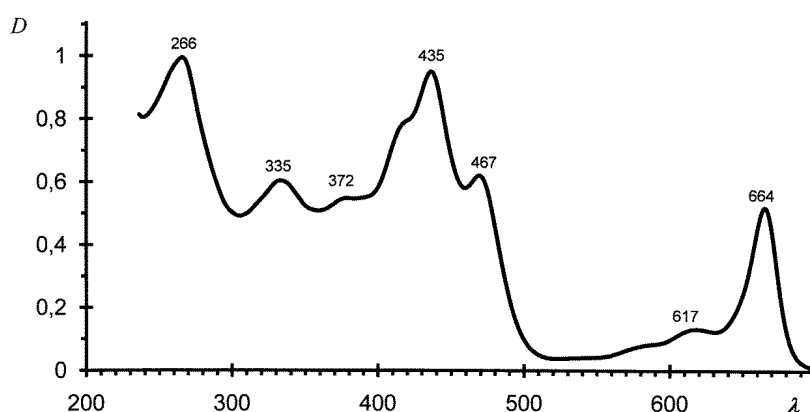


Рис. 1. Типичный спектр поглощения спиртового экстракта из зеленого листа. Пояснения в тексте. По вертикали – оптическая плотность в отн. ед., по горизонтали – длина волны в нм

Относительную поглощательную способность хлорофиллов сравнительно с другими пигментами оценивали по коэффициенту относительной фотоабсорбции (КОФ):

$$\text{КОФ} = D(664)/D(\text{НВМ}),$$

где  $D(664)$  – оптическая плотность на аналитической длине волны 664 нм, соответствующей максимуму поглощения хлорофилла,

$D(\text{НВМ})$  – оптическая плотность на длине волны наиболее высокого максимума.

В течение суток величина КОФ колеблется в пределах 3–5%, достигая максимума между 13 и 16 ч (рис. 2). Кроме того, величина КОФ изменяется в зависимости от вегетационного периода. На рисунке 3 представлены примеры сезонной динамики КОФ, из которых видно, что для калужницы лесной (1 – *Caltha sylvestris* Wogesch., Ranunculaceae), сирени обыкновенной (2 – *Syringa vulgaris* L., Oleaceae), смородины черной сорта «чемпион Приморья» (3 – *Ribes nigrum* L., Grossulariaceae), смородины красной сорта «ранняя сладкая» (4 – *Ribes rubrum* L., Grossulariaceae) и боярышника перистонадрезного (5 – *Crataegus pinnatifida* Bunge., Rosaceae) КОФ достигает максимума после начала цветения, а затем к началу созревания плодов снижается, что, видимо, связано с вариациями содержания пигментов [3] в зеленом листе.

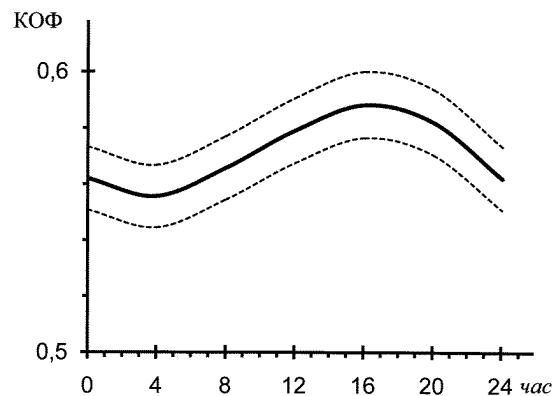


Рис. 2. Суточные вариации коэффициента относительной фотоабсорбции (КОФ). Пунктиром ограничен доверительный интервал

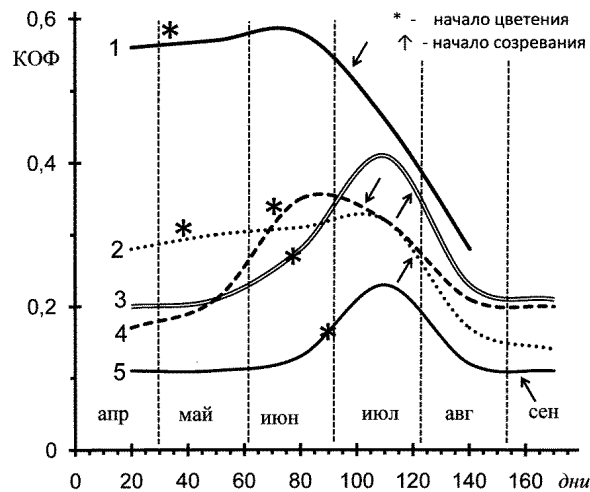


Рис. 3. Сезонная динамика КОФ. Пояснения в тексте. По горизонтали – дни наблюдения

Далее представлены данные определения КОФ для листьев, взятых в середине дня в период цветения.

В зависимости от длины волны НВМ исследованные растения можно подразделить на несколько групп. В первую группу включены растения, имеющие спектры поглощения спиртовых извлечений из листьев НВМ на длинах волн от 250 до 300 нм (диапазон А на рис. 4). Эта группа наиболее многочисленна, составляет 51,5% исследованных растений. Во вторую группу включены растения с НВМ от 320 до 360 нм (диапазон В). НВМ 1-й и 2-й групп расположены в ультрафиолетовой (УФ) области. В третью группу включены растения с НВМ в видимой (синей) области от 410 до 450 нм (диапазон С). Объемы второй и третьей групп составляют 37 и 11,7% соответственно. Абсорбционные спектры экстрактов из листьев наиболее типичных представителей указанных групп приведены на рис. 4: 1 – жимолость Маака (*Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim., Caprifoliaceae), 2 – подорожник азиатский (*Plantago asiatica* L., Plantaginaceae), 3 – калужница лесная (*Caltha sylvestris* Worosch., Ranunculaceae).

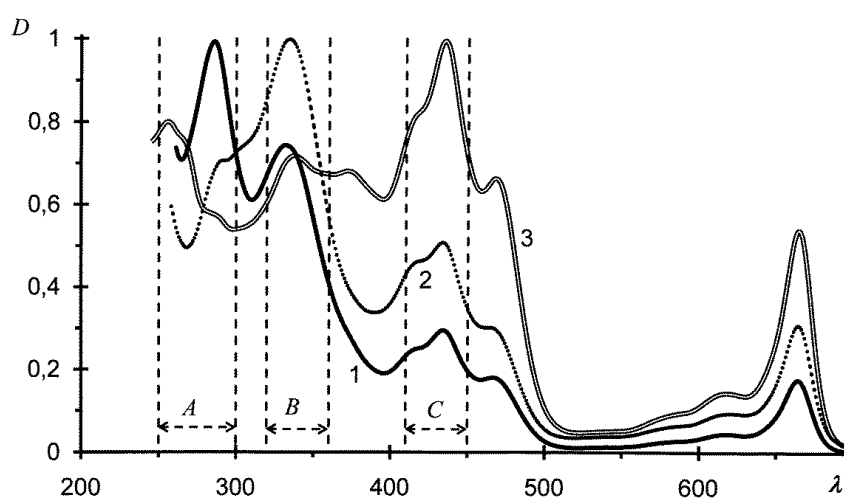


Рис. 4. Абсорбционные спектры спиртовых извлечений из листьев жимолости Маака (1), подорожника азиатского (2) и калужницы лесной (3). А, В, С – диапазоны длин волн наиболее высоких максимумов (обозначения см. рис. 1)

Спектры поглощения извлечений из листьев растений 1-й группы с НВМ в коротковолновой части УФ диапазона КОФ имеют наиболее низкие значения  $0,258 \pm 0,014$  (рис. 5), 2-й группы с НВМ в длинноволновой части УФ значения КОФ в 1,17 раз больше ( $0,301 \pm 0,016$ ). Для АОС растений 3-й группы КОФ принимает наиболее высокие значения, превосходит величину аналогичных коэффициентов первой и второй групп в 2–2,3 раза ( $0,604 \pm 0,031$ ).

Как известно, для спектров зеленых листьев максимум поглощения в области 660–665 нм является обобщенным признаком хлорофиллов, а его высота отображает их суммарное поглощение [4]. Наиболее высокие максимумы соответствуют поглощению нехлорофилловых пигментов листа. КОФ дает представление об относительной по сравнению с другими пигментами поглощательной способности хлорофиллов. Судя по результатам исследований,

имеется тенденция роста КОФ по мере увеличения длины волны НВМ. Вероятность этой тенденции достигает 0,998 при коэффициенте линейной парной корреляции  $R$  между длиной волны НВМ и значениями КОФ порядка 0,86. Таким образом, показано, что растения со спектрами 1-й группы характеризуются низкими, 2-й – средними и 3-й – относительно высокими поглощательными свойствами хлорофиллов в зеленых листьях по сравнению с другими пигментами.

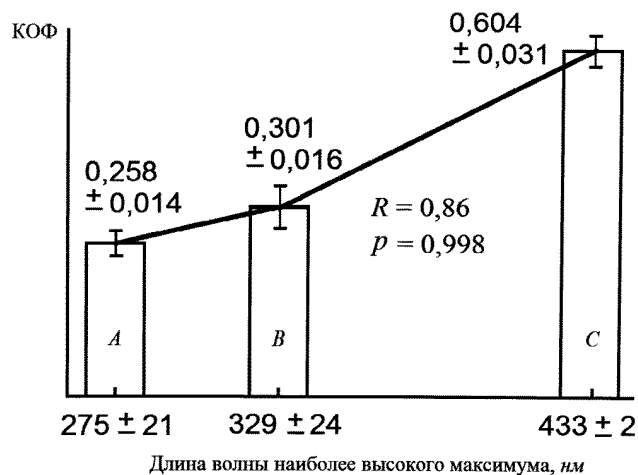


Рис. 5. Взаимосвязь КОФ с длиной волны наиболее высокого максимума АОС спиртовых извлечений из зеленого листа

Таким образом, КОФ может служить в качестве спектрофотометрического теста состояния фотосинтетических процессов. Разработанная методика определения относительной поглощательной способности хлорофиллов зеленого листа сравнительно проста, не требует, кроме экстрагента, никаких реактивов, что немаловажно в полевой практике, и в то же время довольно точна.

Относительная поглощательная способность хлорофиллов растений Приморья мало изучена, для восполнения этого пробела планируется провести исследования изменчивости КОФ в различных экологических условиях.

1. Меньшакова, М.Ю. Изменчивость фотосинтетического аппарата растений: бореальные и субарктические экосистемы / М.Ю. Меньшакова. – М.: Наука, 2008. – 117 с.

2. Физиология растений / под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2007. – 640 с.

3. Титова, М.С. Содержание каротиноидов в хвое представителей семейства Cupressaceae и Taxaceae / М.С. Титова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – № 2. – С. 63–65.

4. Колдаев, В.М. Разновидности абсорбционных спектров этанольных извлечений из листьев растений / В.М. Колдаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. № 5(3). – С. 1793–1795.

## 1.9. Состояние фонда фотосинтетических пигментов как показатель степени адаптации хвойных видов

М.С. Титова

### State fund photosynthetic pigments as a measure of adaptation of conifers species

M.S. Titova

*The state fund of photosynthetic pigments have introduced in the arboretum Mountain taiga station and Far Eastern species of conifers. The regularities of the seasonal accumulation of plastid pigments – chlorophylls and carotenoids and their ratio in the needles introduced species. It was found that the analysis of the content of photosynthetic pigments can serve as a diagnostic of the degree of adaptation of the assimilation apparatus introduced conifer species to new habitats for these conditions.*

Важнейшими компонентами фотосинтезирующей клетки являются хлорофилл и каротиноиды. Количество хлорофиллов *a* и *b*, их суммарное содержание, сумма каротиноидов, соотношение зеленых и желтых пигментов зависят от жизнедеятельности организма. Количество пигментов очень чутко отражает реакцию растительного организма на условия произрастания. Так, при оптимальных условиях общее содержание хлорофиллов и каротиноидов характеризуется относительным постоянством, однако при интродукции растений, когда происходит адаптация растительного организма к новым для него климатическим условиям (освещенность, влажность воздуха и почвы, температурный режим и т.д.), содержание пигментов в хлоропластах подвержено изменениям [1].

Необходимо отметить, что количественные и качественные характеристики пигментов необходимы в оценке адаптации и фотосинтетических возможностей, в том числе продуктивности растений. Сложность применения пигментных характеристик для этих целей заключается в том, что хлоропласты, обладающие заметной генотипической самостоятельностью, в различных условиях среды формируют такой хлорофилл-каротиноидный комплекс, который наиболее соответствует физиологическому режиму растений на данном этапе онтогенеза. Существенные изменения количества и состава пигментов хлоропластов наблюдаются у всех растений в экстремальных (или почти экстремальных) природных и опытных условиях. При явном недостатке света у древесных растений накапливается значительно больше хлорофиллов и каротиноидов в расчете на единицу массы тканей по сравнению с листовым аппаратом тех же видов, растущих на полном свете. В условиях, резко отличающихся между собой по освещенности, у одних и тех же видов обычно сохраняется качественный состав пигментов, но изменяются их количественные показатели и соотношения [2].

В литературе недостаточно данных о состоянии пигментного аппарата древесных при интродукции их на Дальний Восток. В связи с этим, представляется важным выявить различия в характере накопления пигментов у интродуцентов и дальневосточных видов растений.

Нами проведено исследование пигментного фонда 24 видов хвойных, из них 7 представителей дальневосточной флоры (как эталон) и 17 видов, интродуцированных в дендрарий Горнотаежной станции ДВО РАН. Объектами исследования явились представители родов: сосна (*Pinus*) – сосна корейская, сосна сибирская, сосна веймутова, сосна Банка, сосна обыкновенная; пихта (*Abies*) – пихта белокорая, пихта сахалинская; ель (*Picea*) – ель аянская, ель корейская, ель колючая, ель обыкновенная, ель сибирская, ель гималайская, ель Энгельмана, ель шероховатая, ель Мейера; можжевельник (*Juniperus*) – можжевельник твердый, можжевельник полушаровидный, можжевельник китайский; кипарисовник (*Chamaecyparis*) – кипарисовник Лавсона; туя (*Thuja*) – туя западная; микробиота (*Microbiota*) – микробиота перекрестнопарная; тис (*Taxus*) – тис остроконечный, тис остроконечный ф. низкий.

Количество хлорофиллов  $a$ ,  $b$  и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом с использованием методических разработок [3]. Образцы хвои второго года вегетации с постоянной навеской 0,2 г отбирали в трехкратной повторности в течение года. Далее в лабораторных условиях получали вытяжку пигментов в ацетоне. Экстракты пигментов фильтровались вакуумным способом. Оптические плотности пигментных вытяжек определяли с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по центрам поглощения: для хлорофиллов  $a$  и  $b$  – 644 и 662 нм, для каротиноидов – 440,5 нм.

Основой расчета концентрации пигментов хлоропластов служили формулы Ветштейна для 100%-го ацетона:

$$C_a = 9,78 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644}, \quad (1)$$

$$C_b = 21,42 \times D_{644} - 4,65 \times D_{662}, \quad (2)$$

$$C_{a+b} = 5,13 \times D_{662} + 20,43 \times D_{644}, \quad (3)$$

$$C_{кар} = 4,69 \times D_{440,5} - 0,268 (C_{a+b}), \quad (4)$$

где  $C$  – концентрация хлорофиллов  $a$ ,  $b$  и каротиноидов в мг/л,  
 $D$  – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 440,5; 644 и 662 нм.

Содержание пигментов в хвое вычислялось по формуле:

$$A = (C \times V) / (P \times 1000), \quad (5)$$

где  $A$  – содержание пигмента в мг на 1 г сырой навески,  
 $C$  – концентрация пигмента в мг/л (после расчета по формулам 1, 2, 3, 4),  
 $V$  – объем вытяжки пигмента (мл),  
 $P$  – навеска хвои (г).

Известно, что пигментный состав считается одним из наиболее информативных показателей, характеризующих состояние фотосинтетического аппарата хвойных растений.

Результаты эксперимента позволили установить, что видовая принадлежность определяет количественный уровень пигментов в хвое. Кроме того, на содержание хлорофиллов и каротиноидов большое влияние оказывает степень адаптации растения к новым экологическим условиям. Это обстоятельство особенно актуально для растений-интродуцентов. Сравнительный анализ уровня пигментов и соотношение фотосинтетических пигментов по видам растений представлены в табл.

Таблица

**Среднегодовое количество пигментов и их соотношение в хвое**

| Вид                           | Содержание пигментов мг/г сырого веса |           |             |                 | Отношение                |            |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-----------------|--------------------------|------------|
|                               | хл.а                                  | хл.б      | каротиноиды | сумма пигментов | хл.а +хл.б / каротиноиды | хл.а/ хл.б |
| Сосна корейская*              | 0,83±0,03                             | 0,37±0,04 | 0,29±0,02   | 1,49±0,05       | 4,14                     | 2,24       |
| Сосна сибирская               | 0,82±0,07                             | 0,36±0,03 | 0,27±0,01   | 1,45±0,11       | 4,37                     | 2,28       |
| Сосна веймутова               | 0,50±0,06                             | 0,22±0,02 | 0,18±0,01   | 0,90±0,09       | 4,00                     | 2,27       |
| Сосна Банкса                  | 0,75±0,04                             | 0,38±0,05 | 0,28±0,03   | 1,41±0,10       | 4,04                     | 1,97       |
| Сосна обыкновенная            | 0,80±0,11                             | 0,36±0,07 | 0,26±0,02   | 1,42±0,19       | 4,46                     | 2,22       |
| Пихта белокорая*              | 0,84±0,08                             | 0,39±0,03 | 0,25±0,02   | 1,48±0,10       | 4,92                     | 2,15       |
| Пихта сахалинская             | 0,74±0,06                             | 0,35±0,01 | 0,21±0,02   | 1,30±0,05       | 5,19                     | 2,11       |
| Ель аянская*                  | 1,02±0,04                             | 0,50±0,05 | 0,28±0,01   | 1,80±0,10       | 5,43                     | 2,04       |
| Ель колючая                   | 0,99±0,03                             | 0,51±0,04 | 0,28±0,01   | 1,78±0,05       | 5,36                     | 1,94       |
| Ель корейская*                | 0,92±0,04                             | 0,46±0,02 | 0,27±0,01   | 1,65±0,07       | 5,11                     | 2,00       |
| Ель обыкновенная              | 0,72±0,04                             | 0,33±0,03 | 0,21±0,01   | 1,26±0,08       | 5,00                     | 2,18       |
| Ель сибирская                 | 0,58±0,03                             | 0,21±0,05 | 0,19±0,02   | 0,98±0,10       | 4,16                     | 2,76       |
| Ель гималайская               | 0,95±0,06                             | 0,45±0,04 | 0,26±0,02   | 1,66±0,12       | 5,38                     | 2,11       |
| Ель Энгельмана                | 0,73±0,02                             | 0,41±0,04 | 0,24±0,01   | 1,41±0,07       | 4,88                     | 1,85       |
| Ель шероховатая               | 0,83±0,03                             | 0,43±0,01 | 0,25±0,01   | 1,51±0,05       | 5,04                     | 1,93       |
| Ель Мейера                    | 0,86±0,04                             | 0,46±0,01 | 0,26±0,01   | 1,58±0,05       | 5,08                     | 1,87       |
| Можжевельник твердый*         | 1,27±0,06                             | 0,65±0,05 | 0,30±0,05   | 2,22±0,16       | 6,40                     | 1,95       |
| Можжевельник полушаровидный   | 0,83±0,02                             | 0,37±0,03 | 0,22±0,02   | 1,42±0,07       | 5,45                     | 2,24       |
| Можжевельник китайский        | 0,96±0,06                             | 0,45±0,07 | 0,25±0,03   | 1,66±0,16       | 5,64                     | 2,13       |
| Кипарисовник Лавсона          | 1,05±0,03                             | 0,50±0,03 | 0,28±0,02   | 1,83±0,08       | 5,54                     | 2,10       |
| Туя западная                  | 0,92±0,04                             | 0,44±0,05 | 0,27±0,04   | 1,63±0,13       | 5,04                     | 2,09       |
| Микробиота перекрестнопарная* | 0,78±0,02                             | 0,38±0,01 | 0,22±0,03   | 1,38±0,05       | 5,27                     | 2,05       |
| Тис остроконечный*            | 1,18±0,05                             | 0,54±0,07 | 0,29±0,02   | 2,01±0,14       | 5,93                     | 2,19       |
| Тис остроконечный ф. низкий   | 1,15±0,08                             | 0,53±0,06 | 0,30±0,03   | 1,98±0,15       | 5,60                     | 2,16       |

\* дальневосточные виды растений.

Исследования позволили выявить заметные различия в накоплении хлорофиллов и каротиноидов у четырех видов интродуцированных сосен, в отличие от местного вида – сосны корейской. По содержанию фотосинтетических пигментов дальневосточный вид опережает (в 1,02–1,67 раза) интродуцентов. Как видно из табл., хвоя сосны сибирской содержит большее количество пигментов (1,45 мг/г сырого веса), чем хвоя с. Банка и с. Веймутова. Установлено, что основные показатели работы фотосинтетического аппарата сосны сибирской очень близки к показателям фоновой сосны корейской, что свидетельствует о потенциальной способности инорайонного вида к акклиматизации в условиях дендрария Горнотаежной станции [4].

Согласно полученным данным, некоторые интродуцированные виды елей по основным показателям пигментного комплекса не только не уступают, но и превосходят местные виды. Так, содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое ели колючей (1,78 мг/г) приблизительно такое, как у ели аянской (1,80 мг/г) и превышает количество пигментов у местного вида – ели корейской (1,65 мг/г). Аналогичная ситуация складывается с содержанием пигментов у ели гималайской (1,66 мг/г) и ели корейской (1,65 мг/г).

Наибольшими в течение года концентрациями фотосинтетических пигментов характеризовалась хвоя аборигенного вида пихты белокорой (1,48 мг/г) в сравнении с интродуцентом – пихтой сахалинской (1,30 мг/г).

Установлено, что интродуцированные виды можжевельников накапливают меньшее количество фотосинтетических пигментов, фоновым выступает можжевельник твердый (в 1,5 раза). По концентрации пигментов в хвое можжевельники располагаются в следующем порядке по мере убывания: м. твердый → м. китайский → м. полушаровидный.

Одним из информативных показателей, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*. Связано оно с активностью «главного» хлорофилла *a*, чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез. В норме этот показатель должен соответствовать 2,0–3,0. В ходе исследования стабильность в работе фотосинтетического аппарата наблюдалась у 18 видов, из них тенденция к оптимальному функционированию фотосинтетического комплекса отмечена у 12 интродуцентов.

Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам ( $a+b$ /каротиноиды) играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Это соотношение в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды. В целом, приведенные данные (табл.) свидетельствуют о сходстве в характере формирования хлорофиллов и каротиноидов в хвое дальневосточных и интродуцируемых видов.

Адаптация растений к экстремальным воздействиям среды – сложный комплекс процессов, координируемых системой саморегуляции организма. Интродуценты, попадая в новые климатические условия, приспособляются к окружающей среде с помощью тех же механизмов, которые присущи родственным им аборигенам [5].

На основе полученных экспериментальных данных выявлены различия в содержании хлорофиллов и каротиноидов у местных пород и интродуцентов, произрастающих в дендрарии Горнотаежной станции. По разнице в суммарном накоплении пигментов некоторые интродуцированные виды – ель колючая и ель гималайская – содержат большее количество пигментов хвои, чем фоновая ель корейская.



К настоящему времени исследованные инорайонные виды ели прошли длительную адаптацию в течение 40 лет и по уровню активности фотосинтетического аппарата не уступают, а даже превосходят местный вид.

Таким образом, согласно полученным результатам анализ содержания фотосинтетических пигментов может являться показателем степени адаптации ассимиляционного аппарата интродуцированных видов хвойных к новым для них условиям местообитания.

---

1. Тужилкина, В.В. Реакция пигментной системы хвойных на длительное аэротехногенное загрязнение / В.В. Тужилкина // Экология. – 2009. – № 4. – С. 243–248.

2. Чернышев, В.Д. Принципы адаптации живых организмов / В.Д. Чернышев. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 383 с.

3. Шлык, А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений / А.А. Шлык. – М.: Наука, 1971. – С. 154–170.

4. Титова, М.С. Пигментный состав хвои у аборигенных и интродуцированных видов *Picea A. Dietr.* / М.С. Титова // Научное обозрение. – 2013. – № 9. – С. 50–53.

5. Шуляковская, Т.А. Динамика изоферментного состава пероксидазы и содержания пигментов в хвое видов *Picea A. Dietr.*, интродуцированных в Карелию [Электронный ресурс] / Т.А. Шуляковская, М.К. Ильинова, И.Т. Кищенко, М.Н. Потапова. Режим доступа: <http://hortus.karelia.ru/bgm/hb.htm>

#### **1.10. Создание плантаций маакии амурской (*Maackia amurensis* Rupr. Et Maxim.) в естественных и культурных фитоценозах**

**В.А. Полещук, Л.И. Моисеенко**

##### **Developing of plantations of developing of plantations of *Maackia amurensis* Rupr. Et Maxim. in natural and artificial habitats**

**V.A.Poleschuk, L.I. Moiseenko**

*Maackia amurensis* has been under the attention of pharmacologists and biochemists over the last few years. A flavonoid «substance» «Maksar» that has a hepatoprotective properties has been developed using the heartwood of *Maackia amurensis*. Because of low numbers, this species does not «create» independent formations or types of forests. A number of actions have been proposed, including the development of artificial and natural plantations of Amur *Maackia* for the future needs of pharmacological industry.

В последние годы маакия амурская является объектом внимания фармакологов и биохимиков, так как в тканях ее коры найдены алкалоиды, возбуждающие нервную систему и стимулирующие дыхание. В Тихоокеанском институте биорганической химии (ТИБОХ ДВО РАН) из сырья маакии амурской выделены эффективные гепатопротекторные вещества. Исследования химических

и фармакологических свойств экстрактов из ядровой древесины маакии амурской позволили получить полифенольный препарат «Максар», обладающий гепатопротекторным действием [1]. Препарат обладает высокой терапевтической эффективностью при экспериментальном остром и хроническом гепатитах [2], по клинической эффективности превосходит карсил [3]. Исследован состав хинолизидиновых алкалоидов молодых побегов, которые можно выделять из коры стволов и ветвей при производстве препарата «Максар» [4]. Полифенольный комплекс из древесины эффективно предотвращает функционально-деструктивные изменения в легких при радиационном поражении [5]. Экстракты из листьев проявляют в эксперименте антиалкогольный эффект. В плане поиска новых лекарственных препаратов изучен элементный состав листьев, настоек из листьев и ядровой древесины маакии амурской [6].

В результате многолетних исследований лесоводственных свойств и особенностей маакии амурской было отмечено, что этот вид не образует самостоятельных лесных формаций и типов леса вследствие небольших запасов, как по числу стволов, так и по биомассе [7]. На большей части ареала маакия растет, главным образом, в кедрово-широколиственной, ясенево-ильмовой и дубовой формациях в свежих, влажных и сырых лесорастительных условиях. Участвуя при этом в составе до 2–4 единиц по запасу, главным образом, второго яруса древостоев. Несмотря на значительные площади этих лесов, запасы её невелики, что в конечном итоге необходимо будет учитывать при последующей заготовке биомассы для производства лекарственных препаратов. На наш взгляд, в настоящее время достаточно своевременным и перспективным направлением является создание искусственных и естественных плантаций маакии амурской для будущего обеспечения потребностей фармацевтической промышленности.

Успешное выращивание растений в искусственных и естественных фитоценозах непосредственным образом зависит от климатических, эдафических и орографических факторов среды, оказывающих существенное влияние на их рост и развитие. При подборе участков под естественные и искусственные плантации необходимо учитывать лесоводственно-экологические свойства и особенности культивируемых древесных видов.

Начало вегетации у маакии наступает значительно позднее, чем у многих других растений Дальнего Востока, что предохраняет ее от повреждения поздневесенними заморозками. За время выращивания сеянцев и саженцев в питомнике Горнотаежной станции ДВО РАН случаев обмерзания молодых побегов мы не наблюдали, что позволяет считать ее достаточно морозостойким и заморозкоустойчивым видом [8].

По отношению к влаге маакию можно отнести к группе мезоигрофитных видов. В процессе выращивания сеянцев выявлено, что для получения качественного посадочного материала оптимальной влажностью почвы можно считать 90–100% от полной влагоемкости почвы (ПВ). В то же время, снижение увлажнения до 50–60% от ПВ оказывает отрицательное влияние на все биометрические параметры сеянцев [9].

В результате продолжительной засухи у маакии амурской может наблюдаться преждевременное пожелтение листьев, что, в свою очередь, свидетельствует о ее достаточно высокой потребности во влажности воздуха.

Условия произрастания и влажности отражаются на габитусе маакии амурской, растущей в разных орографических условиях. Участвуя в слож-

нии древостоев, она имеет при этом разную интенсивность роста и продуктивность, зависящую от общих физико-географических условий, определяющих гидроклиматический режим почвы и воздуха. В то же время роль конкретного рельефа весьма велика в распространении и развитии мааки амурской. На южных склонах данный вид встречается очень редко, в основном в качестве подлеска, образуя при этом кустообразную форму. Главным фактором, препятствующим росту и ее распространению на склонах южной экспозиции, является недостаток влаги, маломощность и скелетность почвогрунта, резкие амплитуды температуры воздуха и почвы, низкая влажность воздуха и т.д. На склонах северо-восточной и северо-западной ориентации по мере улучшения гидрологического режима в сторону его увлажнения доля участия мааки амурской в сложении ценозов возрастает, улучшаются ее лесоводственно-таксационные показатели (темпы роста по высоте, диаметру, объему и т.д.) [8].

Тем самым, в условиях благоприятного водного режима маакия амурская хорошо растет и развивается, особенно на плодородных и дренированных почвах, что было учтено нами при создании культур и реконструкции малоценных древостоев. В процессе исследований было выявлено, что при введении мааки амурской под полог высокополнотных древостоев лесокультурные площадки желательнее приурочивать к окнам древостоев. Оптимальными условиями для создания естественных плантаций мааки, по нашим наблюдениям, являются леса с полнотой древостоя 0,3–0,5, произрастающими в нижних и средних частях склонов преимущественно северо-восточной ориентации, где более благоприятный гидрологический режим почвы и воздуха. В естественных экотопах маакия амурская в той или иной степени обеспечена влагой, поэтому основным фактором её роста и развития является световой режим. Реакция на освещенность не является величиной строго постоянной и меняется в процессе онтогенеза. В молодом возрасте (5–10 лет) маакия является достаточно теневыносливым видом. Об этом свидетельствует её успешное возобновление в высокосомкнутых древостоях с развитым кустарниково-травянистым пологом. С увеличением возраста у неё возрастает потребность в свете, на освещенных местах она развивается лучше, чем в затенении и дает больший прирост по высоте и диаметру, что было отмечено нами при анализе хода роста в различных типах леса.

В целях повышения участия в составе древостоев мааки амурской необходимо проведение основных лесохозяйственных мероприятий, которые включают в себя рубки ухода, санитарные рубки, меры содействия естественному возобновлению и т.д. Немаловажное значение при создании естественных плантаций в фитоценозах с участием мааки имеют прочистки и прореживания как мера ухода за составом древостоя и формой ствола. При проведении рубок ухода прежде всего удаляют деревья, затеняющие её сверху, оставляя в виде подгона отставшие в росте теневыносливые хвойные и ценные лиственные породы. Санитарные рубки следует проводить в древостоях, расстроенных рубками и пожарами. В рубку отводить только усыхающие деревья и те, которые прекратили свою семенную деятельность. Общая полнота древостоя после рубки должна быть не менее 0,4–0,5.

Таким образом, своевременное и качественное проведение рекомендуемых мероприятий будет способствовать повышению продуктивности естественных плантаций с участием в их составе мааки амурской и тем са-

мым позволит сохранить и улучшить генофонд этого ценного во всех отношениях вида.

Искусственные плантации хозяйственно ценных древесно-кустарниковых видов создаются с расчетом на ускоренное выращивание заданных сортиментов древесины. Максимальное накопление прироста может быть обеспечено за счет редкого размещения саженцев, чтобы длительное время исключалась конкуренция между растениями.

При создании плантаций предпочтительно использовать прямоугольный метод посадки, обеспечивающий равномерную площадь питания и длительные механизированные уходы в двух перпендикулярных направлениях. Равномерное размещение способствует формированию хорошей кроны и корневой системы у высаженных растений. Напротив, в рядовых посадках (особенно в загущенных) развитие у них происходит однобоко в сторону междурядий, что в конечном итоге приводит к снижению прироста биомассы на единицу площади.

Создание плантаций и успешное их функционирование в дальнейшем возможно лишь при использовании качественного посадочного материала, выращенного с учетом лесоводственно-экологических свойств и особенностей культивируемых растений.

Плодоношение у маакии амурской завершается в третьей декаде сентября. Бобы в массовом количестве держатся всю зиму, единично – до следующей вегетации. Однако при созревании часть плодов могут растрескиваться, а семена разбрасываться. Поэтому для более полного сбора семян бобы целесообразно собирать в сентябре, когда они имеют желтую, а семена светло-коричневую окраску. В одном килограмме содержится от 16 до 25 тыс. семян. Средний вес 1000 шт. от 55 до 75 г.

При осеннем посеве семенам маакии амурской не требуется подготовка. Для весеннего посева семена можно стратифицировать в песке. Для этого их смешивают с чистым влажным песком в пропорции 1:2. Ящик с семенами помещают в хранилище при температуре 0–5°C. Хорошие результаты получаются и при снеговании. В начале марта на дно ящиков набивают снег слоем 5–10 см, на который укладывают семена в марлевых мешочках, затем их засыпают снегом слоем 10–15 см. Ящики с семенами до посева помещают в хранилище с температурой около 0°C. Длительность стратификации и снегования семян 30–60 дней. При отсутствии времени для стратификации семена можно скарифицировать. Для этого на 30 с их опускают в воду с температурой 80°C, после чего охлаждают. Эту операцию повторяют 3–5 раз.

Положительные результаты получены при посеве семян осенью перед замерзанием почвы в последней декаде октября с мульчированием лесной почвой и при посеве ранней весной (вторая декада апреля) в варианте с мульчированием торфом. Сеянцы осеннего посева появляются на 10–15 дней раньше и растут несколько быстрее, чем сеянцы весеннего посева. Выявлено, что лучше всего семена высевать в борозды глубиной до 5 см. Дружные всходы оптимальной густоты при таком посеве получены в варианте с нормой посева 4 г на 1 пог. м бороздки при посеве семян на глубину 3 см. Более мелко заделанные семена при поливах вымываются водой.

Большое значение на рост сеянцев маакии амурской имеет минеральное питание и влажность почвы. Эффект от подкормок минеральными удобрениями зависит не только от агротехники выращивания растений в питомнике, но и от метеоусловий, которые вносят большие коррективы при опре-

делении доз и сроков внесения макроэлементов в почву. Наиболее оптимальным условием для успешного роста и развития однолетних сеянцев мааки амурской является внесение в почву полного минерального удобрения  $N_{50}P_{100}K_{50}$ . При ее выращивании решающим фактором, наряду с важностью минеральных удобрений, выступает определенный режим влажности почвы. Так, в условиях Южного Приморья для получения качественного посадочного материала оптимальной влажностью почвы следует считать 90–100% от полной влагоемкости почвы. В то же время снижение влажности до 50–60% отрицательно влияет на рост сеянцев.

Полученные данные по выращиванию лесных культур мааки амурской показывают, что этот вид отличается хорошим ростом в посадках на открытых площадях, расположенных на свежих дерново-аллювиальных, достаточно дренированных почвах. В этих условиях выращивания она имеет высокий процент приживаемости и характеризуется хорошим ежегодным средним приростом в высоту до 45 см. В пятилетнем возрасте отдельные экземпляры мааки начинают цвести и плодоносить.

Проведена сравнительная характеристика содержания экстрактивных веществ (ЭВ) в древесине и листьях мааки амурской, произрастающей в естественных и искусственных фитоценозах. Сумма ЭВ в древесине в обоих случаях одинакова –  $12,01 \pm 0,032\%$ . В листьях, собранных под пологом леса, содержание ЭВ на 1,8% меньше, чем в искусственных условиях –  $28,62 \pm 0,056$  и  $30,42 \pm 0,0635\%$  соответственно (рис.).

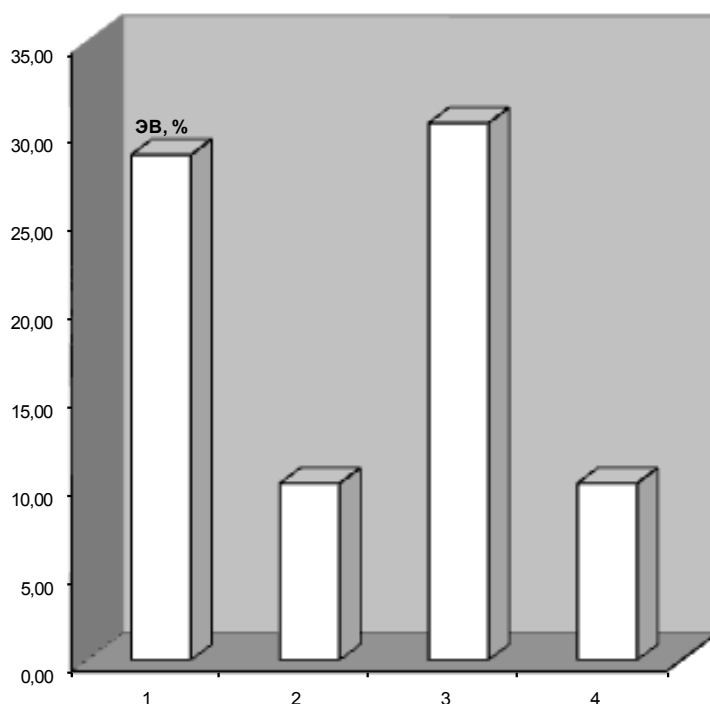


Рис. Содержание экстрактивных веществ в листьях и древесине мааки амурской (%).  
1 – листья (естественный фитоценоз); 2 – древесина (естественный фитоценоз);  
3 – листья (искусственный фитоценоз); 4 – древесина (искусственный фитоценоз)

Многолетний опыт выращивания мааки амурской в питомнике и лесных культурах позволяет сделать вывод о том, что разведение этого интересного вида вполне возможно в пределах естественного распространения. Для успешного выращивания мааки амурской в засушливых природно-климатических районах необходимым условием агротехники является достаточная обеспеченность влагой корнеобитаемого слоя.

---

1. Федореев, С.А. Препарат максар из дальневосточного растения мааки амурской / С.А. Федореев, Н.И. Кулеш, Л.И. Глебо [и др.] // Хим.-фарм. журнал. – 2004. – Т. 38. № 11.

2. Максимов, О.Б. Биологически активные вещества *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. и перспективы использования этого вида в медицине / О.Б. Максимов, Н.И. Кулеш, П.Г. Горовой // Растительные ресурсы. – 1992. – Т. 28, вып. 3. – С. 157–163.

3. Зориков, П.С. Поиски растений антиалкогольного действия / П.С. Зориков, Н.И. Мартынова, Г.Г. Трегубова // Новые лекарственные препараты Сибири и Дальнего Востока. – Томск, 1986 – С. 63–65.

4. Венгеровский, А.И. Влияние гепатопротекторов растительного происхождения на эффекты преднизолона при экспериментальном токсическом гепатите / А.И. Венгеровский, М.Ю. Коваленко, А.Г. Арбузов, Е.Л. Головина, В.С. Чучалин, Н.В. Соснина, Э.В. Сапрыкина, С.А. Федореев // Раст. ресурсы. – 1998. – Т. 34, вып. 3. – С. 91–96.

5. Молчанова, А.И. Хинолизидиновые алкалоиды молодых побегов *Maackia amurensis* (Fabaceae) / А.И. Молчанова, Л.И. Соколова, П.Г. Горовой [и др.] // Растительные ресурсы. – 2004. – Т. 40, вып. 4. – С. 66–73.

6. Моисеенко, Л.И. Изучение элементного состава листьев, настоек из листьев и ядровой древесины *Maackia amurensis* (сем. Fabaceae) / Л.И. Моисеенко, П.С. Зориков, О.Г. Зорикова // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: Дальприбор, 2008. Вып. 11. – С. 222–227.

7. Палагина, М.В. Биологическая активность экстракта из ядровой древесины *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. в коррекции радиационного повреждения сурфактанта легких крыс / М.В. Палагина, Г.Н. Бездетко, Л.И. Моисеенко // Растительные ресурсы. – 2000. – Т. 4. – С. 78–82.

8. Полещук, В.А. Участие мааки амурской в сложении фитоценозов Приморского края / В.А. Полещук // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: ДВО РАН, 2002. Вып. 8. – С. 238–266.

9. Полещук, В.А. Отношение мааки амурской к эдафическим и климатическим факторам среды / В.А. Полещук // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: ДВО РАН, 1999. Вып. 6. – С. 123–131.

10. Полещук, В.А. Влияние макроудобрений и режимов увлажнения почвы на рост сеянцев мааки амурской / В.А. Полещук // Лесоведение. – 2008. – № 1. – С. 70–74.

## 1.11. Экологические аспекты в ботаническом ресурсоведении (изучение *Patrinia rupestris*)

О.Г. Зорикова, П.С. Зориков

### Ecological aspects in botanical resource study (investigation of *Patrinia rupestris*)

O.G. Zorikova, P.S. Zorikov

*The research is aimed at finding ecotops the conditions conducive to the maximum accumulation of bioactive substances in the raw material of P. rupestris. Comparative phytochemical analysis of the raw material of 4 typical habitat conditions of Primorye Territory showed, that the maximum content of physiologically digestible compounds typical for the wooded cliffs.*

К настоящему времени многие специалисты приходят к выводу, что экономический рост и улучшение жизни людей во многом достигнуты за счет истощения природных ресурсов и деградации регуляторных функций экосистем [1]. Отсюда возникает проблема между возрастающим использованием биологических ресурсов и поддержанием их средообразующих функций.

По данным «Международного союза охраны природы и природных ресурсов», в мире из 300 тысяч высших растений лишь 1% исследован на предмет практического применения, при этом под угрозой исчезновения находится около 30 тысяч, т.е. 10% [2]. В связи с этим в современной концепции использования биологических ресурсов уделяется большое внимание необходимости контроля за состоянием сообществ и видов, имеющих важное хозяйственное значение, что, в свою очередь, вызывает необходимость обеспечения неистощительного ресурсного использования потребительской флоры.

В современных урбанистических и социально-психологических условиях существования человека уже возникла острая необходимость дополнительного использования безвредных полифункциональных биологически активных веществ природного происхождения. Известные в мировой практике промышленные химически синтезированные биологически активные вещества, будучи ксенобиотиками, не всегда способны обеспечить требуемую безопасность для человека. Природные растительные ресурсы свободны от подобной опасности. Считается доказанным, что растительные препараты незаменимы в случаях хронически протекающих или медленно развивающихся заболеваний. Эксперты Всемирной организации здравоохранения и Европейского совета считают, что, несмотря на успехи синтетической химии, в настоящий момент весьма целесообразна реализация программ по разработке и производству эффективных и безопасных лекарственных средств на основе опыта традиционной (народной) медицины мира [3].

При этом необходимо учитывать, что интенсивный сбор растений в дикой природе представляет опасность для сохранения биоразнообразия видов, а плантационное выращивание часто нерентабельно, поскольку качество получаемого сырья может существенно отличаться от дикорастущего. Отсюда возобновление и сохранение источников биологически активных веществ

растительного происхождения является существенной проблемой, решение которой связывают как с поиском и изучением новых видов лекарственных растений, так и расширением внутривидовых и внутривидовых исследований.

Кроме прикладного аспекта, изучение ресурсных характеристик позволяет определить диапазон изменчивости растительных структур и их пластичности как адаптационной реакции растений в естественных условиях. Эти данные могут служить оценке биологического разнообразия не только с позиции количества видов, но и морфофизиологической их вариабельности.

Природные растительные ресурсы, будучи носителями физиологически активных веществ, играют значительную средообразующую роль. Некоторые растительные метаболиты проявляют аллелохимическую активность, позволяя растению воздействовать на формирование фитоценоза. Изучение свойств, динамики накопления и распределения веществ имеет не только фундаментальное, но и практическое значение для оценки возможности использования видов в растениеводстве, медицине и пищевой промышленности.

В настоящее время наблюдается высокий спрос на препараты, оказывающие мягкое действие на нервную систему, которые лидируют на отечественном и мировом рынках, занимая ведущие позиции как в денежном, так и в количественном выражении. В «Концепции государственной политики в области здорового питания» придается большое значение натуральным био-корректорам растительного происхождения, обладающим полифункциональными свойствами [4]. В связи с чем возникла необходимость разработки стратегии неистощительного использования растительных ресурсов, учитывающей спрос как на уже известные виды лекарственных растений, так и на виды, вовлекаемые в ресурсное использование. При разработке этой стратегии в ее основу должны быть положены, наряду с нормированием заготовок конкретных лекарственных видов, исследования, направленные на поиск экотопов с условиями, способствующими максимальному накоплению целевых веществ.

Лабораторией лекарственных растений ГТС ДВО РАН и МНОЦ «Растительные ресурсы» с начала 2000-х гг. ведется изучение рода *Patrinia* Juss., который хорошо известен своими целебными свойствами в странах Дальнего Востока. В Республике Корея *P. scabiosifolia* Fish.ex Link. является фармакопейным видом, тогда как востребованная в Европе и России валериана используется значительно меньше.

На Дальнем Востоке России обитают 4 вида рода *Patrinia*: *P. scabiosifolia*, *P. rupestris* (Pall) Dufur, *P. sibirica* (L.) Juss и *P. gibbosa* Maxim., из них ресурсозначимыми, по мнению А.И. Шретера (1975), обозначены скабиозолистная и скальная. В настоящее время нами активно ведется изучение *P. rupestris*.

В серии экспериментов была установлена достоверная биологическая активность *P. rupestris*.

При тестировании поведенческих реакций лабораторных животных на фоне эмоционального стресса (ЭС) в «открытом поле» выявлено седативное действие сухого экстракта *P. rupestris* (СЭПС), сравнимое с эффектом препарата сравнения – таблетированого сухого экстракта валерианы (СЭВЛ) (табл.).



Таблица

**Действие сухого экстракта *P. rupestris* в сочетании с эмоциональным стрессом (ЭС) на этологические реакции в «открытом поле»**

| Показатели ДА | Группы животных |              |              |             |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
|               | Контроль        | ЭС           | ЭС+СЭПС      | ЭС+СЭВЛ     |
| Пробежки      | 19,7±0,05       | 16,9 ± 0,02  | 21,4±0,08    | 20,6 ± 0,08 |
| Переходы      | 6,4±0,02        | 1,9 ± 0,08*  | 6,7±0,04**   | 4,5±0,03**  |
| Лунки         | 7,4±0,04        | 0,7 ± 0,04*  | 7,3 ± 0,08** | 6,9±0,04**  |
| Стойки        | 5,4±0,05        | 1,2 ± 0,03*  | 5,5± 0,03**  | 5,3±0,02**  |
| Груминг       | 5,7±0,02        | 12,1 ± 0,05* | 6,1±0,03**   | 5,8±0,07**  |
| Дефекация     | 1,9±0,04        | 3,8 ± 0,05*  | 1,5±0,02**   | 1,5±0,10**  |
| ОДА, акты     | 46,5            | 36,6         | 48,5         | 44,6        |

\* $p < 0,005$  по сравнению с группой контроль; \*\* $p < 0,005$  по сравнению с группой ЭС.

В результате воздействия эмоционального стресса общая двигательная активность (ОДА) снизилась в сравнении с контролем (нормой) на 21,3%, применение сухих экстрактов как экспериментального СЭПС, так и промышленного СЭВЛ приводило количество двигательных актов к норме, показатели возрастали на 32,52 и 21,86% соответственно.

Анализ структуры поведенческих реакций показал, что в группе ЭС достоверно снижалось количество элементов поведения, отражающих исследовательскую активность животных: переходов из сектора в сектор – на 70,31%, заглядывания в лунки – на 90,54%, вертикальных стоек без опоры – на 77,78%. Одновременно наблюдали увеличение в 2 и более раза таких актов, как дефекации и груминг, которые отражают возрастание тревожности и эмоционального угнетения животных.

Применение сухих экстрактов на фоне ЭС, нормализовало паттерн поведения животных, приближая показатели к контролю.

При этом в случае использования препарата *P. rupestris* (СЭПС) в общем пуле двигательных актов возрастает количество переходов на 48% в сравнении с препаратом валерианы (СЭВЛ), что свидетельствует о присутствии анксиолитического эффекта.

Для подтверждения этого вида активности применили тест «подвешенный крестообразный лабиринт». Рассчитывали индексы тревожности по количеству выходов и времени пребывания в открытых рукавах (рис. 1).

Соотношение показателя индекса и собственно уровня тревожности животных выражается обратной пропорцией, то есть чем выше показатели индексов, тем ниже уровень тревожности исследуемого объекта, и наоборот. Как можно видеть на рис. 1, в ПКЛ животные группы сочетанного действия эмоционального стресса и сухого экстракта *P. rupestris* успешно преодолевали действие стрессора. Наблюдается достоверное увеличение индексов тревожности, что свидетельствует о нормализации психосоматического состояния животных и о наличии у препарата выраженного анксиолитического эффекта.

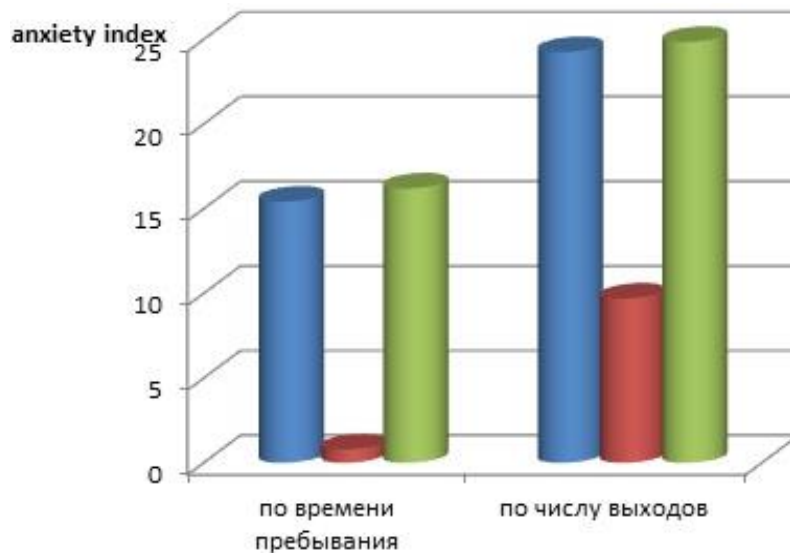


Рис. 1. Сочетанное действие СЭПС и эмоционального стресса на индекс тревожности в ПКЛ

Следующим этапом исследования было качественное и количественное изучение ресурса.

*P. rupestris* травянистый многолетник, светолюбивый мезоксерофит произрастает на скальных и каменистых речных и морских берегах, залесенных и открытых материковых скалах. Скально-каменистые местообитания – обычный компонент ландшафта, поэтому в пределах района исследований скальные экотопы встречаются достаточно часто. Для них характерны небольшие размеры, локальность и разрозненность. От состава и строения горной породы, крутизны склона зависят влагопоступление и гумусонакопление, скорость выветривания и разрушения горной породы, что определяет морфологию и динамику поверхности скального экотопа, влияет на условия существования и соответственно метаболизм растений в его пределах.

Отсюда возникла необходимость сравнения фитохимических характеристик сырья *P. rupestris* из различных экотопов. Пробы сырья отбирали из следующих местообитаний: 1 – лесистые скалы; 2 – открытая материковая скальная осыпь; 3 – речные скальные берега; 4 – морские прибрежные скалы.

Результаты, отображенные на рис. 2, показывают, что условия существования в экотопах за № 1 и 2, т.е. лесистые скалы и открытая скальная осыпь, оптимальны для накопления водорастворимых биологически усвояемых метаболитов – низкомолекулярных полисахаридов (рис. 2 а, б) и полифенолов (рис. 2 с), тогда как в условиях предлагаемых экотопами 3 и 4, а именно береговых скалах, количественно преобладают нерастворимые полисахариды (рис. 2 d), что, возможно, объясняется постоянными сильными ветрами, которые стимулируют развитие проводящих соединительных тканей и соответственно количественное увеличение высокомолекулярных полисахаридов.

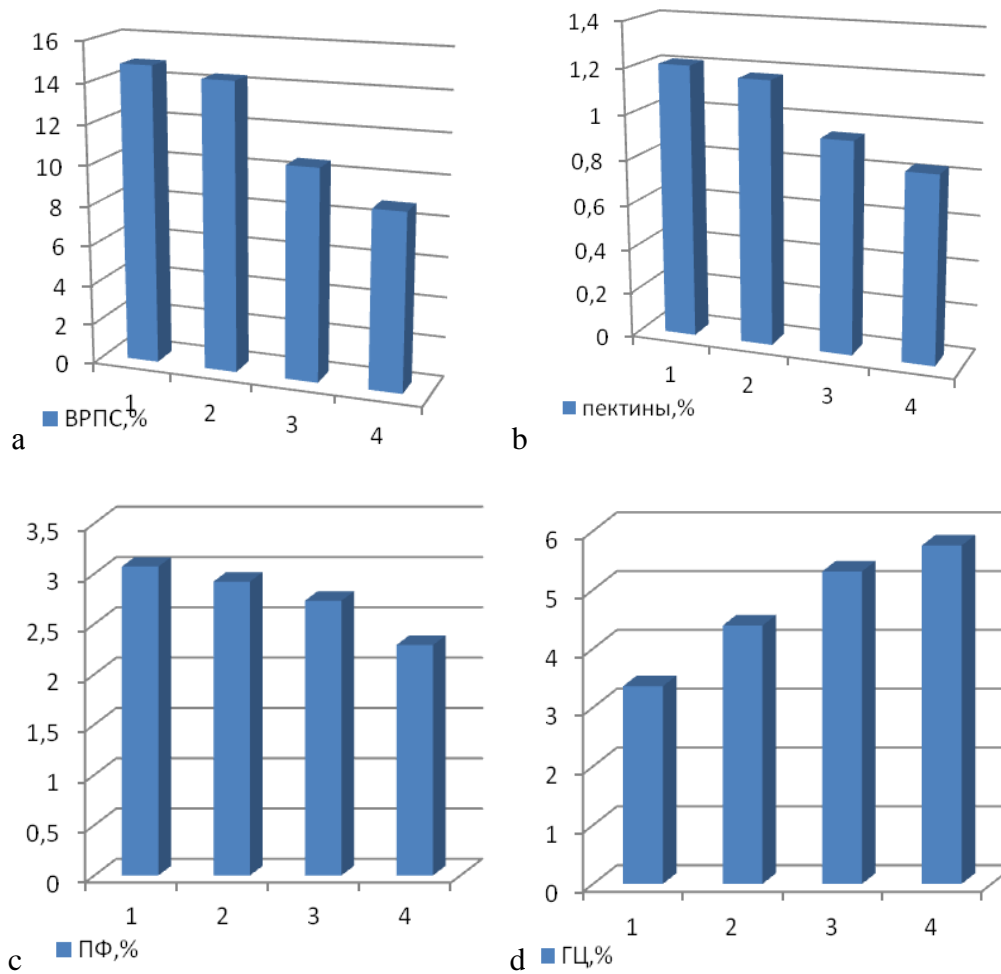


Рис. 2. Фитохимические показатели сырья *P. rupestris* из различных экотопов:  
 1 – лесистые скалы; 2 – открытые материковые скалы; 3 – скальные речные берега;  
 4 – скальные морские берега

На рисунке 3 отображены некоторые показатели биомассы *P. rupestris* в вышеуказанных экотопах, где наблюдаем для первых двух превосходство надземной биомассы в среднем на 35% над надземной биомассой береговых биотопов (рис. 3 а). При этом показатель биомассы корня имеет приблизительно равные значения (рис. 3 б). Расчет доли корневой массы в исследуемых экотопах показал, что при близости абсолютных значений в экотопах 3 и 4 наблюдается некоторое перераспределение массы в пользу корневой системы (рис. 3 с), что предположительно также объясняется ветровой нагрузкой и необходимостью закрепления растения.

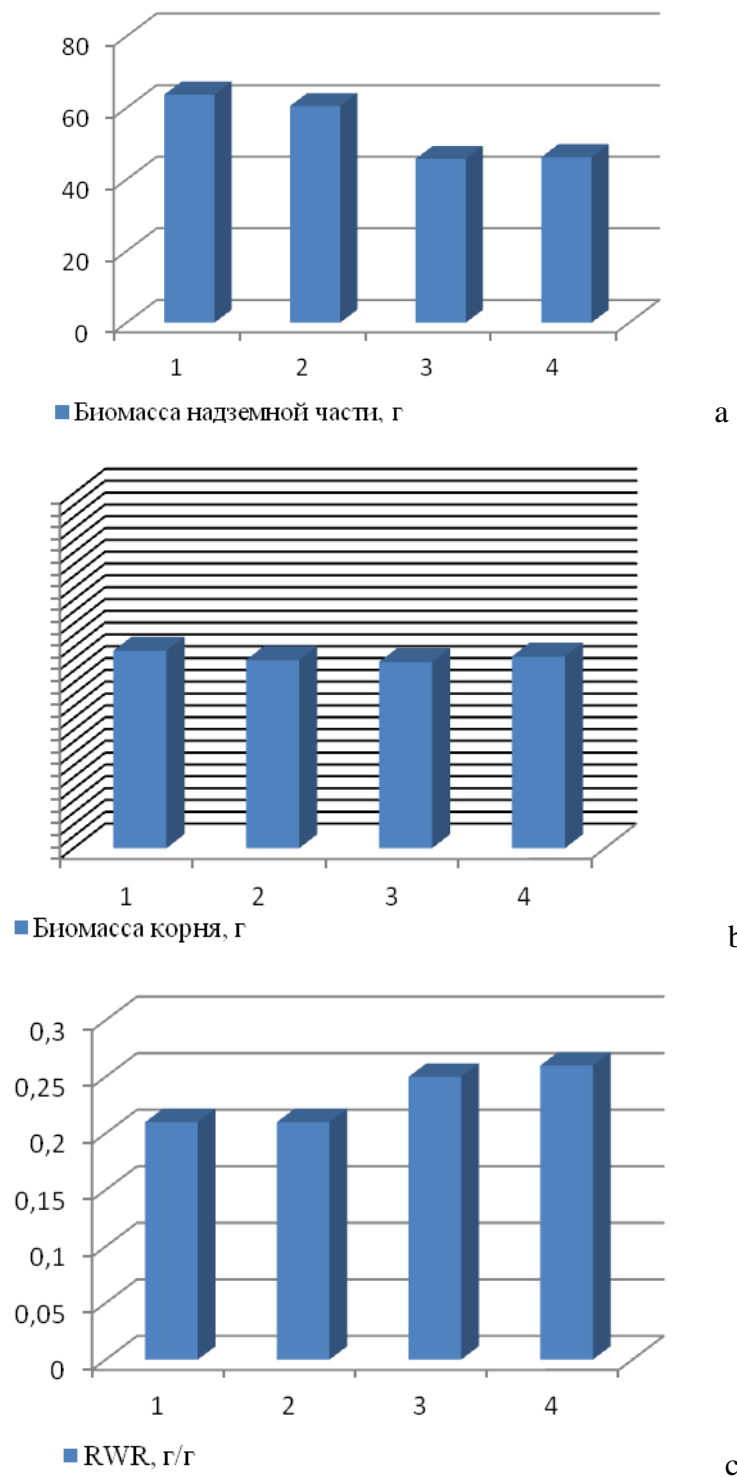


Рис. 3. Морфометрические показатели сырья *P. rupestris* из различных экотопов (см. примечание к рис. 2)

Таким образом, проведенные исследования показали седативный и анксиолитический эффекты сухого экстракта патринии скальной. Выявлена неоднородность сырья в различных экотопах, которая проявляется как биометрически, так и фитохимически. Показано, что в условиях береговых (морских и речных) скальных местообитаний происходит перераспределение массы растения в пользу корневой массы. Физиологически усвояемые низкомолекулярные метаболиты больше накапливаются в условиях лесистых и открытых материковых скал. В связи с этим представляется необходимым введение в «Методические указания по сбору растительного сырья» рекомендаций по типу экотопов для преимущественной эксплуатации.

1. Экология человека в изменяющемся мире / колл. авторов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – С. 506–530.

2. Жученко, А.А. Срдоулучшающие фитотехнологии в северных мегаполисах / А.А. Жученко, А.И. Турханов. – М.: КРАСАНД, 2009. – 192 с.

3. Донцов, В.И. Медицина антистарения: Фундаментальные основы / В.И. Донцов, В.Н. Крутько, А.И. Труханов. – М.: КРАСАНД, 2010. – С. 411–591.

4. Козлов, А.И. Пища людей / А.И. Козлов. – Фрязино: Век 2, 2005. – 272 с.

5. Шретер, А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока / А.И. Шретер. – М.: Наука, 1975. – 328 с.

## 1.12. Биохимическая адаптация *Reynoutria japonica* Houtt в условиях урбанистического стресса

**А.Ю. Маняхин, П.С. Зориков**

### Biochemical adaptation of *Reynoutria japonica* Houtt in conditions of urban stress

**A.Yu. Manyakhin, P.S. Zorikov**

*Shows involvement of minor phenolic compounds in providing plant resistance to extreme environmental conditions. Changes in the level of accumulation of polyphenols can be used for comparative characteristics viability of plants, both in the natural habitat, and the introduction conditions.*

Понятие «стресс» весьма различно используется во многих областях науки. Впервые в качестве научного термина оно было введено в медицину Селле и вскоре проникло в обиходный язык, в первую очередь, как обозначение неспецифического психического напряжения.

В естественных условиях организмы часто подвергаются воздействию различных биотических и абиотических стрессоров. К ритмически повторяющимся экстремальным условиям среды, например холоду, жаре, засухе, многие организмы приспособились путем периодического изменения активности (впадая в спячку или криптобиоз), что делает их устойчивыми к влиянию стрессоров (толерантность к стрессу).

Понятие «стресс» по отношению к растительным организмам еще нельзя считать окончательно сформировавшимся, но наиболее приемлема, на наш

взгляд, концепция М. Теше, согласно которой стресс – это необычная, ограниченная временем нагрузка, не приводящая к очевидным необратимым последствиям.

Одним из потенциальных сырьевых растений, обладающих лекарственным, ремедиационным и декоративным свойствами, является рейнутрия японская *Reynoutria japonica* Houtt (*Polygonum cuspidatum* Siebold et Zucc.) семейства Гречиховые (*Polygonaceae*).

*R. japonica* – многолетнее травянистое растение с мощным ветвистым подземным корневищем. Стебли многочисленные, высотой 1-3(5) м, полые, прямостоячие, вверху ветвистые и часто дуговидно изогнутые, внизу обычно с красноватыми пятнами или штрихами.

#### **Систематическое положение и экологическая характеристика рейнутрии японской (*Reynoutria japonica* Houtt)**

Стоящая перед систематиками сложная проблема естественных родов в семействе гречишных находит свое решение. После неоднократной постановки вопроса о необходимости пересмотра объема родов *Polygonum* L. и *Rumex* L. Н.Н. Цвелев в 1993 г. публикует вариант естественной системы семейства *Polygonaceae* флоры СССР, принимая «менее крупные, но более естественные роды» [1].

Кл. *Magnoliopsida*, или *Dicotyledones* – Магнолиевидные, или Двудольные

Отд. *Magnoliophyta* – Покрытосеменные

Н/пор. *Polygonanae* – Гречишные

Пор. *Polygonales* – Гречишные

Сем. *Polygonaceae* Juss. – Гречишные

Род *Reynoutria* Houtt. – Рейнутрия

Вид *Reynoutria japonica* Houtt. – Рейнутрия японская [2].

В литературе также встречаются синонимы: *Polygonum cuspidatum* Siebold et Zucc., non Willd. ex Sprengel; *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronce Decr.; *Pleuropterus cuspidatus* (Siebold et Zucc.) H. Gross.

Ареал *Reynoutria japonica* охватывает юг Приморья, Южный Сахалин, Южные Курилы, Японию, Корею, большую часть Китая, Тайвань [3, 4].

В Японии рейнутрия – пионерный вид зарастания вулканических пустынь, произрастающий от уровня моря до высоты 1500 м, который растет также по открытым участкам с обнаженной почвой, вдоль дорог. В Китае рейнутрия растет среди кустарников по горным склонам, долинам и краю полей.

В пределах вторичного ареала *R. japonica* является преимущественно рудеральным растением, произрастающим на пустырях, железнодорожных насыпях, вдоль автомобильных дорог, на сорных местах. В Центральной и Западной Европе, в США отмечено расселение вида по берегам рек и ручьев. В Бельгии ~70% местонахождений рейнутрии приурочено к полосе шириной всего 10 м вдоль автомобильных и железных дорог, а также рек.

На территории России случаи внедрения рейнутрии в прибрежные местообитания пока единичны.

*R. japonica* является инвазивным растением, по этой причине введение его в культуру требует особой осторожности. Так, отрезок корневища весом 5 г способен к регенерации. Корневище может прорасти с глубины 1 м, а побеги взломать 5 см слой асфальта [5]. При эксперименте в теплице до 25%

весенних зеленых черенков длиной всего 40 мм после 6 дней культивирования давали почки [6].

### **Химический состав**

Флавоноиды являются одним из классов растительных полифенолов, обладающих широким спектром биологического действия. По одной из гипотез, флавоноиды выполняют в растениях роль защитных агентов при различных стрессах, участвуют в предотвращении образования нестабильных радикалов при воздействии УФ-излучения и температурного стресса [7].

Объяснение широкого спектра биологического действия флавоноидов как результата высокой антиоксидантной активности этого класса соединений в некоторой степени объясняет наличие у флавоноидов способности снижать риск развития спонтанных опухолей, их противовоспалительную активность, снижение риска возникновения сердечнососудистых заболеваний при употреблении в пищу богатых полифенолами продуктов [8].

Исследования *R. Japonica*, проведенные в последние годы, показали, что растение содержит большой комплекс фенольных компонентов, в том числе стильбены. Большой интерес в настоящее время вызывает обнаруженный в корнях *R. japonica* резвератрол (3,5,4-тригидроксистильбен), обладающий широкой биологической активностью. Помимо резвератрола, китайскими исследователями из корня растения были выделены пицеид и фураны [9, 10].

### **Получение экстракта *R. japonica***

Для выявления биохимических стресс-реакций растений нами были получены экстракты рейнутрии японской по следующей схеме.

В качестве сырья для приготовления сухого экстракта служили листья и молодые побеги *R. japonica*, собранные в фазу цветения (23.08.2009) на двух площадках (ЛОС ДВО РАН и ВГУЭС).

Воздушно-сухое растительное сырье измельчали на мельнице для размола сухих проб (ЛЗМ) до размера частиц не более 1 мм. Экстрагирование проводили 70%-м водно-спиртовым раствором при  $t = 98^{\circ}\text{C}$  в течение 3 часов. По истечении времени экстракт естественным путем остужали до комнатной температуры и проводили вакуум-фильтрацию. Полученный жидкий экстракт высушивали методом сублимационной сушки (Martin Christ Alpha 1-2 LD, Германия) при температуре  $-55^{\circ}\text{C}$  и вакууме 0,007 мбар в течение 40 мин.

### **Анализ флавоноидов**

Содержание флавоноидов (в сумме, по группам, отдельные компоненты) *R. japonica* определяли методом обращеннофазовой ВЭЖХ.

Анализ проводили с использованием ВЭЖХ-системы, состоящей из жидкостного хроматографа Shimadzu LC10VP (Япония), с УФ-спектрофотометрическим детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных. Разделение осуществляли на колонке C18 5  $\mu$ , 4,6  $\times$  250 мм (Phenomenex Luna) с использованием предколонки C18 (4.0 мм  $\times$  3,0 мм Phenomenex), температура колонки  $35^{\circ}\text{C}$ . Хроматографировали, используя градиентный режим элюирования. Подвижные фазы – А: 0,1%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , В: ацетонитрил (99,85%). Скорость потока подвижной фазы 1,0 мл/мин.

### Биохимические механизмы адаптации *R. japonica* в условиях урбанистической нагрузки

Следующим этапом работы являлось изучение биохимических признаков *R. japonica*. В качестве биохимических параметров были выбраны: общая сумма флавоноидов, содержание мажорных флавоноидов (рутин) и минорных компонентов.

Результаты определения содержания флавоноидов в листьях растений *R. japonica*, произрастающих на загрязненном и фоновом участках, показали, что при сходном качественном составе имеются выраженные различия в их количестве (рис. 1, 2).

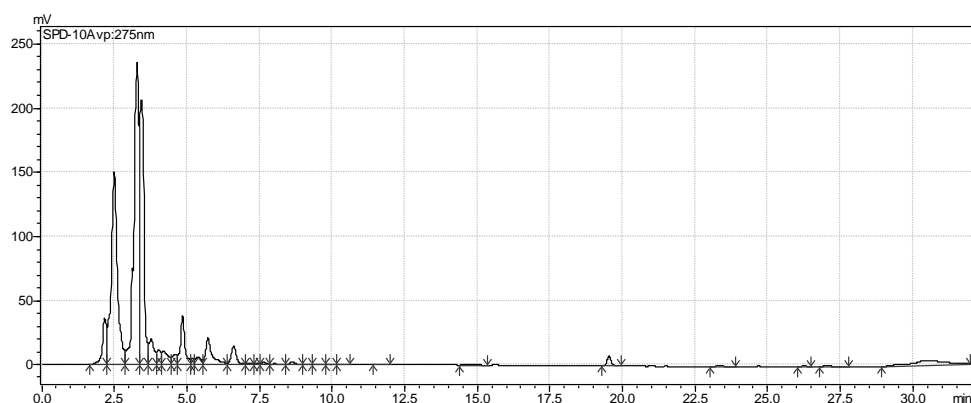


Рис. 1. Хроматограмма *R. japonica*, посадки фоновой участка ЛОС ДВО РАН. Фаза цветения

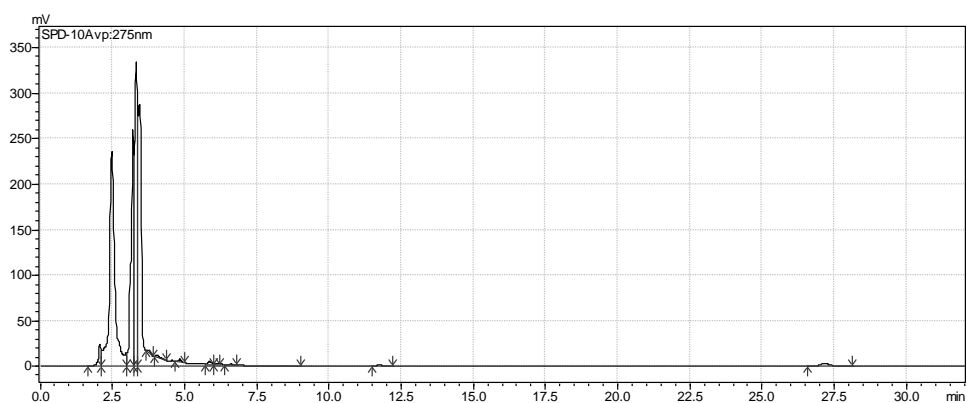


Рис. 2. Хроматограмма *R. japonica*, посадки загрязненного участка, дендропарк ВГУЭС. Фаза цветения

Установлено, что общее количество флавоноидов в листьях растений с повышенной антропогенной нагрузкой несколько выше по сравнению с таковым для фоновой нагрузки: 5,26–4,86% и 2,37–2,05% соответственно. При этом необходимо отметить, что количественное нарастание флавоноидов происходило за счет минорных компонентов, в частности кверцетина (0,04% – ЛОС ДВО РАН; 1,01% – дендропарк ВГУЭС), содержание мажорно-



го рутина изменялось незначительно (1,17% – ЛОС ДВО РАН; 1,38% – дендропарк ВГУЭС).

Как следует из наших данных, результирующий отклик на воздействие урбанистической нагрузки для *R. japonica* выражается в повышении содержания флавоноидов (в сумме и по группам). Наиболее восприимчив к антропогенным факторам кверцетин.

### Заключение

В ходе эволюционного развития организмы приспосабливаются к действию тех или иных природных либо техногенных факторов, вырабатывают свои адаптивные механизмы. В исследовании экспериментально показано, что при воздействии комплекса урбанистических факторов на растения *R. japonica* усиливаются интенсивность метаболических процессов и изменения морфологических параметров, которые заключаются в повышении биосинтеза флавоноидов и уменьшении фотосинтезирующей поверхности, количестве листьев на растении, снижении высоты главных побегов и сокращении количества боковых побегов.

1. Высочина, Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных / Г.И. Высочина. – Новосибирск: Наука, 2004. – 240 с.
2. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / под ред. С.С. Харкевича. – Л.: Наука, 1989. – 390 с
3. Цвелев, Н.Н. Гречиховые – Polygonaceae Juss / Н.Н. Цвелев // Флора советского Дальнего Востока. – 1989. – Т. 4. – С. 25–122.
4. Anjen, L. Reynoutria Houttuyn / L. Anjen, Ch.-W. Park // Flora of China. – 2003b. – Vol. 5. – P. 319.
5. Shaw, R.H. Japanese knotweed Biological control of invasive plants in the Eastern United States / R.H. Shaw, L.A. Seiger. – The University of Georgia, USDA APHIS PPQ and USDA, 2002. – P. 159–166.
6. De Waal, L.C. A viability study of Fallopia japonica stem tissue / L.C. De Waal // Weed Research. – 2001. – Vol. 41. – P. 447–460.
7. Cortell, J.M. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. Cv. Pinot Noir) and wine proanthocyanidins / J.M. Cortell, M. Halbleib, A.V. Gallagher, T.L. Righetti, J.A. Kennedy // Journal Agricultural and Food. – Chemistry. – 2005. – Vol. 53. № 14. – P. 5798–5808.
8. Ferguson, P.J. In vivo inhibition of growth of human tumor lines by flavonoid fractions from cranberry extract / P.J. Ferguson, E.M. Kurowska, D.J. Freeman, A.F. Chambers, J. Koropatnick // Nutrition and Cancer. – 2006. – Vol. 56. № 1. – P. 86–94.
9. Xiao, K. Studies on water-soluble constituents in rhizome of *Polygonum cuspidatum* / K. Xiao, L. Xuan, Y. Xu, D. Bai // Zhongcaoyao. – 2003. – Vol. 34. № 6. – P. 496–498.
10. Dubrovina, A. Resveratrol content and expression of phenylalanine ammonia-lyase and stilbene synthase genes in rolC transgenic cell cultures of *Vitis amurensis* / A. Dubrovina, A. Manyakhin, Y. Zhuravlev, K.V. Kiselev // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2010. – № 3. – P. 127–136.

### 1.13. Айлант высочайший (*Ailanthus altissima*) на Горнотаежной станции ДВО РАН

С.В. Горохова

#### *Ailanthus altissima* at Gornotayezhnaya station

S.V. Gorokhova

*The article results of successful introduction of Ailanthus altissima at Gornotayezhnaya station are presented. The possible reasons which affected the introduction course are specified. Climatic indicators of a natural area and regions where the Ailanthus altissima was tested are analyzed.*

#### Материал и методы исследований

Исследования проводились на Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова (ГТС ДВО РАН), которая находится на юге Приморского края в 25 км от г. Уссурийска (43° с.ш.).

На территории станции находятся три метеорологических поста, оборудованных соответственно ГОСТу (II разряд). Посты установлены на разных элементах рельефа (южный и северный склоны, долина).

Для климатической характеристики района исследований использовались данные метеостанции ГТС, а также показания полевых метеостанций SKYWATCH GEOS № 11 и ТКА-ПКМ 63 (температура и влажность воздуха, освещенность, сила ветра).

Наблюдения за ритмами сезонного развития в новых условиях проводились по общепринятой методике [1, 2].

Объект исследования – айлант высочайший (*Ailanthus altissima* Mill.).

Айлант высочайший – вид деревьев из рода Айлант (*Ailanthus* Desf.) семейства Симиарубовые (*Simarubaceae* Lindl.). Синонимы: *A. glandulosa* Desf., *A. cacodendron* Schinz et Thell., *A. peregrina* Barkley, *A. japonica* Hort., *Toxicodendron altissimum* Mill.

Народные названия: древо неба, древо богов, райское древо, копал древо, лак древо.

Айлант высочайший – обычно стройное дерево высотой до 30 м и диаметром до 1 м. Кора тонкая, серого цвета, в зрелом возрасте до 2 см толщины со светлыми неглубокими продольными трещинами. Побеги длинные, желтовато-коричневатые, гладкие, мелковолосистые, блестящие, в безлистном состоянии с крупными зеленовато-серыми листовыми следами до 1 см длины, треугольного очертания. Листья крупные, перистые до 60 (90) см дл., придают ему сходство с ясенем и сумахом, в Китае и Японии длиннее и расходятся с концов ветвей, подобно пальмовым, в Индии до 2–3 м. Имеют 13–25 листочков. Листочки яйцевидно-ланцетные, 7–12 см длины и 2–4 см ширины, на небольших черешках, цельнокрайние, лишь в основании с 2–4 тупыми зубчиками, с верхней стороны зеленые, с нижней сизовато-зеленоватые; при прикосновении они выделяют неприятный запах. Цветки в метельчатых соцветиях, зеленовато-беловатые с неприятным запахом. Плод – плоская, продолговатая, тупоромбическая, слегка скрученная крылатка 3–4 см длины до 1 см ширины. Распадается на 3–5 продолговатых крылаток. Семя одно, чечевицеобразное, в центре летучки. Корневая си-

стема поверхностная, сильноразвитая, легко образует многочисленные отпрыски от корней. Легко размножается корневыми отпрысками. Древесина сходна с ясенем, но обычно блее, гибкая, с атласным блеском [3, 4].

Айлант обладает большой силой роста. Мало требователен к условиям произрастания. Хорошо растет почти на любых почвах, даже на сухих каменистых откосах и обрывах. Однако больших размеров достигает на почвах более влажных и суглинистых. Светолюбив и довольно ветроустойчив [5, 4].

Выделено несколько декоративных форм: белопестролистная, красноплодная, плакучелистная [5].

Родина айланта высочайшего – Китай. Распространен очень широко, но приурочен к влажным местообитаниям. В горы поднимается до 2500 м [6].

Культивируется в Европе, США, на юге Канады. В южном полушарии – в Австралии, Аргентине. Произрастает в Японии, Восточной и Центральной Азии. В Пакистане и Индии выращивают вдоль дорог, для укрепления склонов. Но наибольшую интродукционную популярность имеет в Европе и Северной Америке. В Европу (в Англию) был завезён Пьером д'Инкарвилем под видом лакового дерева в 1751 г. Позже стараниями садоводов-любителей попал на восточное побережье США, в Филадельфию. На западное побережье завезли китайцы во время Калифорнийской золотой лихорадки. Китайцы брали его с собой как дерево от всех болезней [7]. В США признан как значимое экзотическое сорное растение [8].

В России появился впервые в Каразинском дендропарке (г. Краснокутск Харьковской области), куда был завезен И.Н. Каразиным в 1809 г. [9].

Хорошо растет в южных районах: Крым, Краснодарский, Ставропольский край и др. В Сталинграде и Астрахани сильно подмерзает, особенно на открытых участках [10].

Таким образом, айлант распространён во всех умеренно тёплых и субтропических регионах мира, часто натурализуется, становится сорняком.

Используется в качестве корнеотпрысковой породы в борьбе с эрозией почвы и в посадках на землях, не пригодных для сельского хозяйства. В странах Европы – в Австрии, Германии, Чехии, Словакии – созданы айлантовые насаждения с короткими оборотами рубки [9]. В Китае листья айланта идут для выкормки гусениц шелкопряда (*Philosamia cynthia* Drury). Смолистый сок, содержащийся в коре, употребляется для изготовления масляных красок. Айлант также известен как источник лекарственного сырья. О его значимости упоминал В.Н. Ворошилов [11]. Экстракт из свежих побегов, цветков, листьев и молодой коры применяется в гомеопатии, китайской и тибетской медицинах [12].

Айлант является и ценной декоративной породой. Благодаря красивым крупным листьям, которые формируют ажурную крону, оранжево-красным плодам, быстрому росту, устойчивости к вредителям и нетребовательности к условиям произрастания он приобрел широкую популярность в зеленом строительстве [5, 9]. Ценным качеством айланта является высокая устойчивость к задымлению. Его способность адаптироваться к «грязи и дыму, пыли и засухи городов» была отмечена еще более 100 лет назад [13]. Листья поглощают значительные количества серы в районах с высоким потоком движения [14]. Айлант выживает даже вблизи цементных и известковых работ [15].

Для умеренно холодных зон является экзотом. Самая северная точка в интродукции – Монреаль (Канада, 60° с.ш.). В Европе айлант испытывался

даже в Скандинавии (55° с.ш.). На территории России крайней северной точкой его испытания был парк Ботанического сада в Санкт-Петербурге (59°57'00" с.ш., 30°19'00" в.д.). Но натурализоваться айлант в данных климатических условиях не смог [16]. Испытывался айлант и в Главном ботаническом саду (г. Москва, 55°45'06" с.ш., 37°37'04" в.д.), где также не закрепился [17, 18].

### Результаты и их обсуждение

На Горнотаежной станции айлант высочайший испытывался неоднократно. Документально подтверждены следующие даты: 1959, 1961–1963. По литературным источникам для Горнотаежной станции приводятся и более ранние года [5]. Семена получали из Ленинграда, Еревана и Днепропетровска. Но натурализоваться до недавнего времени айланту высочайшему на Горнотаежной станции не удавалось. Последний эксперимент был заложен в 1988 г. Семена были получены из г. Хорога (Таджикистан). Саженьцы в количестве 6 шт. в 1992 г. высажены на коллекционный участок площадью около 1 га, который расположен на северном склоне предводораздельной части небольшой сопки (170 м над ур. моря) крутизной 10–15°. Участок со всех сторон окружен естественным лесным массивом. Кроме айланта были высажены и другие виды растений рядовой посадкой поперек склона. Четыре экземпляра выпали в первые три года. В 2007 г. погибло еще одно растение. Оставшийся экземпляр регулярно подмерзал, но выживал. С 2010 года состояние растения значительно улучшилось. Оно дало хороший прирост по диаметру ствола и высоте. Зимой 2015 г. высота дерева составила 8,5 м, диаметр – 14,5 см. Таким образом, растение прошло адаптационный период, за который смогло приспособиться к местным климатическим условиям. Он составил 22 года (с момента посадки). У дерева еще периодически обмерзают отдельные ветки, но в целом оно неплохо растет и развивается. Не плодоносит. Дает обильную поросль. Два порослевых саженьца были высажены на другой участок, где также хорошо растут. За первый год дали прирост 3,6 м и 3,2 м. На второй год после пересадки сформировали побеги второго порядка.

Сравнительный анализ климата естественного ареала айланта [19] и Горнотаежной станции показал, что по многим показателям условия Горнотаежной станции являются крайними (холодными), либо вообще не входят в диапазон метеопоказателей естественного ареала (табл. 1; данные в скобках). То есть условия для интродукции айланта на ГТС не являются благоприятными. Более того, по некоторым показателям они неприемлемы. Климат Горнотаежной станции является более суровым даже по сравнению с городами Санкт-Петербург и Москва, где айлант не смог натурализоваться (табл. 2, 3, 4). Климат Монреаля намного мягче (средняя температура самых холодных месяцев составляет -6...-9°C).

Тем не менее, айлант на Горнотаежной станции растет (уже 27 лет). Анализируя положительный результат интродукции, мы пришли к выводу, что основную роль в этом сыграли аллелопатические свойства айланта. Так, американскими учеными было установлено, что взаимодействие айланта с кленами носит положительный характер и всегда отрицательный с дубами [20]. В нашем эксперименте выжило растение, которое дальше всех находилось от кромки леса с дубом монгольским (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) и ближе всего к посадкам с кленом четырехмерным (*Acer tetramerum* Pax).

Таблица 1

**Сравнительные климатические характеристики условий произрастания  
*Ailanthus altissima***

| Показатели                          | ГТС ДВО РАН          | Естественный ареал |
|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Средняя годовая температура воздуха | 4,9°C (4,4–6,6)      | – 13,8 (0,4–22,1)  |
| МТСМ, Ср. м.т (-)                   | -24,5 (- 17,9~-26,3) | – 1,0 (-15,9~15,1) |
| МТWM, Ср. м.т (+)                   | 26,9 (20,7~27,6)     | – 25,3 (9,5~29,9)  |
| АВТ, °C Ср. м.т °C (+)              | 13,5                 | – 14,2 (3,6~22,1)  |
| Кол-во осадков за год, мм           | 710,4 (424,7~926,3)  | – 968 (203~2859)   |
| PWQ, осадки за (+) квартал, мм      | 303,5 (112,9~694,7)  | – 454 (118~1007)   |
| PCQ, осадки за (-) квартал, мм      | 34,2 (9,3~90,9)      | – 78 (4~402)       |

*Примечание:* МТСМ – средняя температура самого холодного месяца; МТWM – средняя температура самого теплого месяца; АВТ – индекс накопленной эффективной температуры, который рассчитывается за период со средней температурой 0–30°C; PWQ – сумма осадков за теплый период; PCQ – сумма осадков за холодный период.

Таблица 2

**Климат Санкт-Петербурга (абсолютные значения с 1881,  
средние для 1961–1990 гг.)**

| Показатели              | Янв.  | Фев.  | Март  | Апр.  | Май  | Июнь | Июль | Авг. | Сен. | Окт.  | Нояб. | Дек.  | Год   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °C | 8,7   | 10,2  | 14,9  | 25,3  | 33,0 | 34,6 | 35,3 | 37,1 | 30,4 | 21,0  | 12,3  | 10,9  | 37,1  |
| Средний максимум, °C    | -5,1  | -4,1  | 1,1   | 8,1   | 15,6 | 20,1 | 21,9 | 20,0 | 14,5 | 8,2   | 2,0   | -2,3  | 8,3   |
| Средняя температура, °C | -7,8  | -6,9  | -2,2  | 4,0   | 10,9 | 15,6 | 17,7 | 16,2 | 11,1 | 5,7   | 0,1   | -4,6  | 5,0   |
| Средний минимум, °C     | -10,7 | -9,7  | -5,2  | 0,6   | 6,5  | 11,4 | 13,9 | 12,8 | 8,1  | 3,4   | -1,9  | -7,1  | 1,8   |
| Абсолютный минимум, °C  | -35,9 | -35,2 | -29,9 | -21,8 | -6,6 | 0,1  | 4,9  | 1,3  | -3,1 | -12,9 | -22,2 | -34,4 | -35,9 |
| Норма осадков, мм       | 38    | 31    | 34    | 33    | 38   | 57   | 79   | 80   | 69   | 66    | 55    | 50    | 630   |

Таблица 3

**Климат Москвы: рекорды за весь период наблюдений  
(1879–2010 – объединённые данные ТСХА + ВВЦ), норма 1981–2010 (ВВЦ)**

| Показатели              | Янв.  | Фев.  | Март  | Апр. | Май  | Июнь | Июль | Авг. | Сен. | Окт.  | Нояб. | Дек.  | Год   |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °C | 8,6   | 8,3   | 19,7  | 28,9 | 33,2 | 34,7 | 38,2 | 37,3 | 32,3 | 24,0  | 16,2  | 9,6   | 38,2  |
| Средний максимум, °C    | -4    | -3,7  | 2,6   | 11,3 | 18,6 | 22,0 | 24,3 | 21,9 | 15,7 | 8,7   | 0,9   | -3    | 9,6   |
| Средняя температура, °C | -6,5  | -6,7  | -1    | 6,7  | 13,2 | 17,0 | 19,2 | 17,0 | 11,3 | 5,6   | -1,2  | -5,2  | 5,8   |
| Средний минимум, °C     | -9,1  | -9,8  | -4,4  | 2,2  | 7,7  | 12,1 | 14,4 | 12,5 | 7,4  | 2,7   | -3,3  | -7,6  | 2,1   |
| Абсолютный минимум, °C  | -42,1 | -38,2 | -32,4 | -21  | -7,5 | -2,3 | 1,3  | -1,2 | -8,5 | -20,3 | -32,8 | -38,8 | -42,1 |
| Норма осадков, мм       | 52    | 41    | 35    | 37   | 49   | 80   | 85   | 82   | 68   | 71    | 55    | 52    | 707   |

Таблица 4

**Климат Горно-Тажной станции (средние для 1999–2013 гг.)**

| Показатели              | Янв.  | Фев.  | Март  | Апр.  | Май  | Июнь | Июль | Авг.  | Сен. | Окт.  | Нояб. | Дек.  | Год   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °С | 3,0   | 8,6   | 14,5  | 27,0  | 31,4 | 37,0 | 38,5 | 39,0  | 30,1 | 23,9  | 16,7  | 7,6   | 39,0  |
| Средний максимум, °С    | -10,1 | -4,3  | 3,0   | 12,5  | 19,8 | 23,2 | 25,9 | 26,9  | 21,9 | 15,1  | 3,1   | -7,4  | 10,8  |
| Средняя температура, °С | -15,8 | -10,9 | -2,7  | 6,7   | 12,9 | 17,7 | 21,0 | 21,7  | 16,1 | 7,9   | -2,9  | -13,2 | 4,9   |
| Средний минимум, °С     | -24,5 | -19,7 | -9,9  | -0,7  | 6,3  | 12,0 | 17,0 | 16,9  | 10,1 | 1,6   | -8,3  | -20,3 | -1,6  |
| Абсолютный минимум, °С  | -38,0 | -33,5 | -26,0 | -12,0 | -1,8 | 4,0  | 9,2  | 4,0   | -1,8 | -10,5 | -25,9 | -34,0 | -38,0 |
| Норма осадков, мм       | 16,2  | 16,2  | 30,4  | 55,2  | 76,8 | 59,2 | 59,2 | 103,9 | 89,9 | 82,5  | 32,3  | 23,1  | 710,4 |

**Выводы**

На настоящий момент произрастание айланта высочайшего на Горнотажной станции является самым экстремальным (по климатическим показателям).

Айлант высочайший как высоко декоративное растение можно рекомендовать для озеленения Приморского края. При посадке необходимо учитывать его аллелопатические свойства. Важно и то обстоятельство, что климат Приморья не является для айланта высочайшего благоприятным, следовательно, данный вид, скорее всего, не сможет натурализоваться настолько, чтобы стать инвазивным.

**Литература**

1. Бейдеман, И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И.Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / под ред. М.А. Проскурякова // Методика фенологических исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 134 с.
3. Древесные породы мира / под ред. д-ра экон. наук Г.И. Воробьева. Т. 2. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 352 с.
4. Жизнь растений. Т. 5 (2). Цветковые растения. Двудольные / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1981. – С. 245–247.
5. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. IV (Покрытосеменные. Семейства бобовые–гранатовые) / под ред. С.Я. Соколова. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – С. 260–262.
6. Flora of China Editorial Committee. Flora of China (Checklist & Addendum). Unpaginated. In C. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong (eds.) Fl. China. Science Press & Missouri Botanical Garden Press, Beijing & St. Louis, 1988–2013.
7. Hu, S.Y. Ailanthus / S.Y. Hu // *Arnoldia*. – 1979. – №39 (2). – P. 29–50.
8. Element stewardship abstract for Ailanthus altissima. The Nature Conservancy 1815 North Lynn Street, Arlington, Virginia 22209.
9. Щёпотьев, Ф.Л. Быстрорастущие древесные породы / Ф.Л. Щёпотьев, Ф.А. Павленко. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 373 с.
10. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Гос. изд-во лит-ры по строительству, архитектуре и стр. материалам, 1960. – 676 с.

11. Ворошилов, В.Н. Поиски нового лекарственного растительного сырья / В.Н. Ворошилов // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та лекарств и ароматич. растений (ВИЛАР). – Пятигорск, 1941. Вып. 6. – С. 1–256.
12. Энциклопедический словарь лекарственных, эфирномасличных и ядовитых растений. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 488 с.
13. Sargent, C.S. The Ailanthus / C.S. Sargent // Garden and Forest. – 1888. – P. 1385–1386.
14. Kim, M.H. Studies on the effect of sulfur dioxide gas on tree leaves / M.H. Kim // Res. Rep. For. Res. Inst. Korea. – 1975. – № 22. – P. 31–36.
15. Klincsek, P. Investigations into the effect of cement dust in some frequent tree and shrub species / P. Klincsek // Kertgaz dasag. – 1976. – № 8(3). – P. 71–76.
16. Связева, О.А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (К истории введения в культуру) / О.А. Связева. – СПб.: Росток, 2005. – 384 с.
17. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР / отв. ред. Н.В. Цицин; АН СССР, Главный ботан. сад. – М.: Наука, 1975. – 547 с.
18. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 60 лет интродукции / Л.С. Плотникова, М.С. Александрова, Ю.Е. Беляева и др.; отв. ред. А.С. Демидов. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
19. Fang, J. Atlas of Woody Plants in China. Distribution and Climate Higher Education Press, Beijing and Springer / J. Fang, Z. Wang, Z. Tang. – Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 1972 p.
20. Mergen, F. A toxic principle in the leaves of Ailanthus / F. Mergen // Bot. Gazette. – 1959. – № 121. – P. 32–36.

#### **1.14. Белокопытник японский – источник БАВ для функциональных продуктов**

**С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова**

##### ***Petasites japonicus* – a source of biologically active compounds for functional foods**

**S.V. Zhuravleva, T.M. Boytsova**

*It was found that the raw materials of *Petasites japonicus*, which grows on the Sakhalin, contains significant amounts of polyphenols and polysaccharides. The main bodies of the accumulation of secondary metabolites – the leaves and roots.*

В условиях адаптации к рыночной экономике на первое место выходят проблемы рационального использования сырьевых ресурсов. Это влечет за собой необходимость проведения научных исследований, направленных на развитие отечественного агропромышленного комплекса как важнейшего фактора реализации концепции государственной политики.

Постоянно возрастающие потребности общества в биологически активных веществах, широко используемых в различных отраслях промышленности, обуславливают поиск перспективных источников их получения, к которым относится ежегодно возобновляемое растительное сырье. Доступной,

но малоиспользуемой сырьевой базой такого сырья располагает Дальний Восток России.

Одним из малоизученных, но перспективных и интереснейших представителей флоры Дальневосточного региона является белокопытник японский (*Petasites japonicus*), семейство астровых. Это многолетнее травянистое растение, произрастающее преимущественно вдоль влажной, болотистой местности в Европе и Средней Азии. В России в больших объемах встречается в экологически чистых районах на Курильских островах и острове Сахалин. Причем растение неприхотливо и при необходимости может быть культивировано, что активно используется аграриями Японии.

В корневищах белокопытника японского были обнаружены дубильные вещества, тритерпеновые сапонины, эфирное масло, алкалоиды, смолистые вещества, флавоноиды, инулин, петазол, слизи, таннины, большое количество марганца, органические кислоты. Японскими исследователями установлена антиоксидантная активность компонентов *Petasites japonicus*. Белокопытник японский стал первым видом среди белокопытников, для которого были научно доказаны противовоспалительные и противоаллергические свойства его отдельных компонентов. Это подтверждает его важность для поддержания внутренней экологии человека [1, 2].

В настоящее время вид активно изучается представителями мирового научного сообщества. Однако исследований сырья из популяций российского ареала нами в доступной литературе не обнаружено. Актуальной задачей является всестороннее исследование физико-химических и токсико-гигиенических характеристик данного объекта с целью определения возможности его использования в пищевой и фармакологической промышленности.

На сохранность естественных зарослей лекарственных растений в огромной степени влияет правильная их эксплуатация (чередование заготовительных площадей, обеспечивающее естественное восстановление зарослей; сбор сырья в период максимального накопления фармакологически активных веществ; комплексное использование растений и др.). Огромное значение имеют и последующие технологические операции – правильная сушка сырья, совершенствование процесса экстрагирования действующих веществ, использование шрота и побочных продуктов для производства других ценных веществ.

В этой связи нами проведены исследования зависимости накопления биологически активных веществ в листьях и корнях *Petasites japonicus* от периода сбора растения. Были выделены водорастворимые полисахариды и определена суммарная фракция полифенолов.

Полифенольные соединения, наряду с белками, углеводами и нуклеиновыми кислотами, являются компонентами растительных тканей, которые участвуют в таких физиологических процессах, как регуляция роста, формирование опорно-структурной функции растений и защита растений от агрессивных воздействий среды. Эти соединения не синтезируются в организме человека, но многие важные физиологические процессы не могут осуществляться без участия этих вторичных растительных метаболитов. Их биологическая активность проявляется в противовоспалительном, антимикробном и спазмолитическом действии. Значительное количество природных антиоксидантов фенольного класса образуются вследствие метаболизма растений и в значительной степени зависит от многочисленных факторов окружающей



среды, функций различных органов в процессе жизнедеятельности растения и фазы их развития [3].

Полисахариды применяются в качестве средства, повышающего неспецифическую резистентность организма, стимулирующего процесс эритропоэза и физическую работоспособность организма. Водорастворимый полисахаридный комплекс возможно применять в качестве средства, стимулирующего регенерационные процессы при повреждении кожных покровов при химических ожогах [4]. Актуальность применения полисахаридов в медицинской практике обусловлена отсутствием их токсичности и побочного действия на организм.

Обеспеченность организма человека растительными полифенольными соединениями в значительной степени зависит от пищевого рациона. Следует обратить внимание на то, что содержание биофлавоноидов в растениях колеблется в довольно широком диапазоне от 15–30 мг до 1–2 г на кг. Суточная норма необходимого потребления биофлавоноидов для человека составляет 50–100 мг, и достигнуть такого потребления только за счет продуктов питания довольно сложно. Это доказывает перспективность использования выделенных биологически активных соединений из растительного сырья.

Определение суммы полифенолов (ПФ) проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате исследования сырья листьев установлено наличие 20–22 соединений, которые разделились на две группы: с временем удерживания 2,2–4 мин (7 соединений) и 10,1–13,4 мин (15 соединений). В корнях также присутствовала первая группа ПФ из 7 веществ и дополнительно комплекс ПФ из 5 соединений со временем удерживания 25,9–26,7 мин.

В сырьевом материале стебля для первой группы (время удерживания 2,2–4 мин) отмечено присутствие 5 веществ и для второй (время удерживания 10,92 и 14,27 мин) – 2 соединения (рис. 1). При этом максимальное содержание полифенолов отмечено в листьях и составляет 3,8% к массе воздушно-сухого сырья, в корне 1,7%, минимальное содержание этих соединений отмечено в чешках 0,02%.

Водорастворимые полисахариды извлекали из воздушно-сухого шрота сырья после предварительной экстракции полифенольных соединений. Экстрагировали водой при температуре 95°C в течение 1 часа при постоянном перемешивании. Исчерпывающее извлечение полисахаридов проводили дважды. Растительный материал отделяли центрифугированием, а объединенные экстракты упаривали до 1/5 первоначального объема. Полисахариды осаждали трехкратным (по отношению к извлечению) объемом 96% этилового спирта при комнатной температуре. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали этиловым спиртом, ацетоном, затем высушивали и взвешивали.

Гравиметрический анализ показал присутствие в полисахаридном комплексе значительной фракции водорастворимых полисахаридов. Эти соединения, выделенные из травы, представляли собой аморфный порошок темно-коричневого цвета. При растворении в воде они давали опалесцирующий раствор, также растворялись в водных растворах кислот и щелочей и не растворялись в органических растворителях. Полисахаридный комплекс давал положительные реакции осаждения со спиртом, ацетоном.

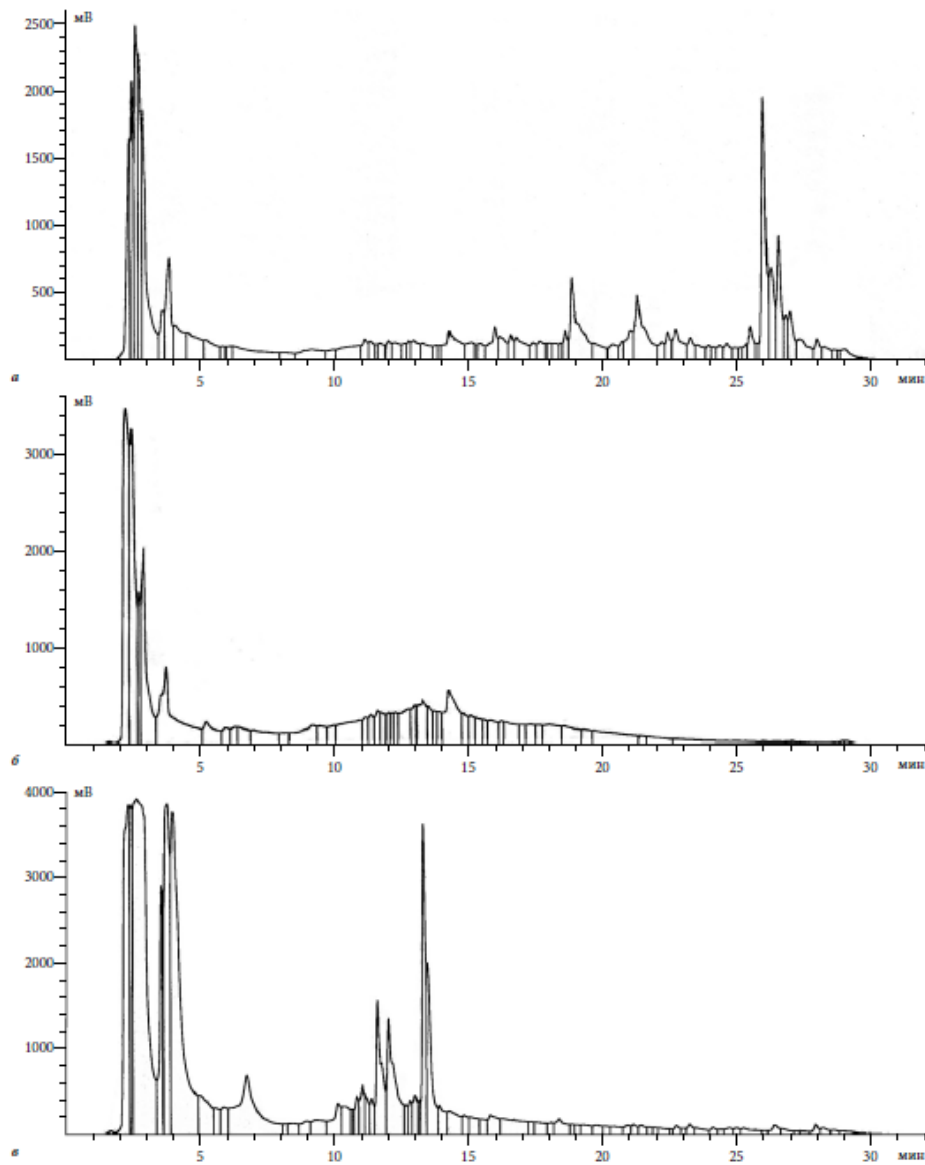


Рис. 1. Хроматограммы сырья *Petasites japonicus*: а – экстракт корня, б – экстракт стебля, в – экстракт листа

На рисунке 2 приведены данные количественного содержания водорастворимых полисахаридов в различных частях *Petasites japonicus* в зависимости от времени сбора.

В результате исследований установлено, что максимальное содержание водорастворимых полисахаридов в листьях *Petasites japonicus* наблюдается в мае и составляет 5,4%. Данный период вегетации *Petasites japonicus*, произрастающего в условиях о. Сахалин, характеризуется развитием листьев. Вероятно, это объясняется тем, что к фазе формирования листа резко затормаживаются процессы новообразования клеток, тканей и новых органов, но при этом фотосинтез активно протекает. В результате чего в растениях идет накопление полисахаридов. Далее наблюдается снижение содержания водорас-

творимых полисахаридов до 1,1% к июлю и дальнейшее увеличение их содержания к сентябрю до 4,8%.

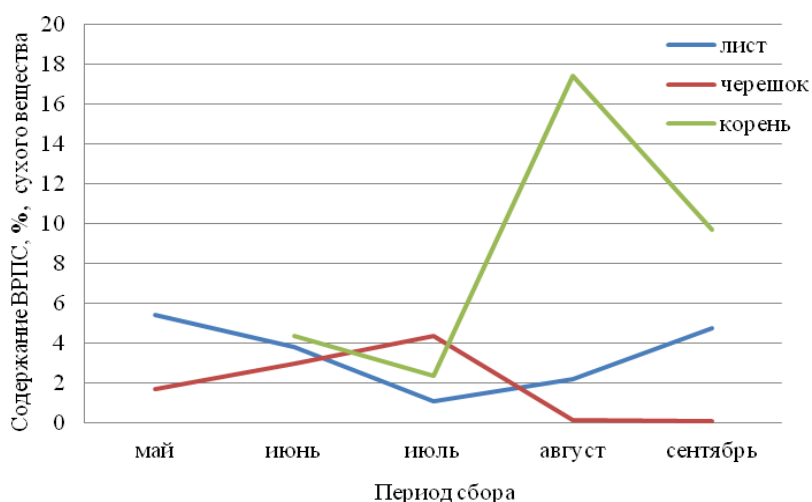


Рис. 2. Содержание водорастворимых полисахаридов в различных частях *Petasites japonicus* в зависимости от периода сбора

При этом в черешках, наоборот, наблюдается постепенное накопление водорастворимых полисахаридов с мая по июль, при этом в июле их содержание максимально и составляет 4,76%, далее наблюдается резкое снижение их содержания до 0,1%. В корневой части растения максимальное содержание водорастворимых полисахаридов наблюдается в августе и составляет 17,4% массы сухого вещества.

Таким образом, сырье *Petasites japonicus*, произрастающего на о. Сахалин, содержит значимое количество физиологически активных веществ, что представляет практический интерес с точки зрения использования наиболее богатых водорастворимыми полисахаридами и полифенолами частей растения для выделения БАВ.

При этом сбор сырья листьев для извлечения полифенольных соединений целесообразно производить в мае, когда в этих органах растения наблюдается максимальное их качественное и количественное содержание. Сбор сырья корня с целью извлечения водорастворимых полисахаридов целесообразно производить в августе.

Проведенные предварительные исследования показали, что черешок растения является источником пищевых волокон, которые на сегодняшний день являются одними из самых востребованных и наиболее широко применяемых пищевых ингредиентов.

В Японии белокопытник японский выращивают как овощную культуру. Для пищевых целей используют в основном черешки как полуфабрикат для приготовления консервированных овощей (соления) или при приготовлении темпура, обжарены в масле, приготовлены с соевым соусом или соевой пастой. Из черешков *Petasites japonicus* так же готовят повидло, варение, цукаты [5, 6].

Нами ведется активная работа по разработке пищевых продуктов с использованием *Petasites japonicus*. В настоящее время разработан ассортимент желейного мармелада на основе отвара ламинариевых водорослей с повышенным содержанием витаминов, микро- и макроэлементов, пищевых волокон черешков *Petasites japonicus*, со сниженным содержанием сахара (рис. 3).

Разработаны рецептуры рулетов из пряно-сладкой морской капусты с использованием черешков *Petasites japonicus* (рис. 4).



Рис. 3. Образцы желейного мармелада на отваре ламинариевых водорослей с использованием черешков *Petasites japonicus*



Рис. 4. Образцы рулетов из пряно-сладкой морской капусты с использованием черешков *Petasites japonicus*

В настоящее время проводятся работы по отработке режимов вяления рулетов, при которых не будет происходить растрескивание поверхности изделия.

Разрабатываются рецептуры хлебобулочных, кисломолочных продуктов с применением частей *Petasites japonicus* и его вторичных метаболитов.

Полученные результаты позволяют прогнозировать перспективность использования *Petasites japonicus* как для выделения БАВ, так и для самостоятельного использования в пищевых технологиях.

---

1. National Toxicology Program National Institute of Environmental Health Sciences National Institutes of Health U.S Department of Health and Human Services Research Triangle Park, NC, 2009.

2. James, V. Arch Personal Care Products / V. James, Ph.D. Gruber, Fiona Lam, Lisa Bouldin, Jing Qi. – NJ, Robert Holtz, BioInnovation Laboratory, McKinney *Petasites japonicus* Extract – Phytotherapy for Sensitive Skin, A. Natural Anti-Histamine/Anti-Leukotriene Plant Extract Cosmetic Science Technology. – 2008. – P. 63–69.

3. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запрометов. – М., 1993. – 271 с.

4. Лаксаева, Е.А. Зависимость накопления плодами обыкновенной ирги биологически активных веществ от экологической ситуации и их влияние на состояние животных: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.А. Лаксаева. – Рязань, 2011. – 24 с.

5. Shiro Tsuyuzaki The dissertation of Division of Botany, Graduate School of Science. – Hokkaido University, 1989.

6. Iwamoto, Y. Breeding of Japanese butterbur (*Petasites japonicus*) by using flowerhead culture / Y. Iwamoto // Plant Biotechnology. – 2009. – № 26. – P. 189–196.

## 1.15. Управление природопользованием в Приморском крае

**М.В. Максимов, Л.В. Якименко, И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко**

### **Management and protection of natural resources in Primorskiy Region**

**M.V. Maksimov, L.V. Yakimenko, I.Yu. Grivanov, N.V. Ivanenko**

*Department of Natural Resources and Environment Protection is the government entity which is specialised in protection of the environment through introducing preventative measures and by enforcing the existing environmental laws. We analysed the department activity for the 2013-early 2015 period. Only in 2014 the department investigated 150 companies and issued fines of 25,350,000 rubles. We described what complex measures are taken by the department to ensure organisations activities on both regional and federal levels are compliant with the environmental law.*

60–70-е гг. XX века отмечены резким обострением экологических проблем. Это был кризис техногенного типа развития экономики. Для этого типа характерна природоемкость, быстрое и истощающее использование невозобновимых природных ресурсов (полезных ископаемых); сверхэксплуатация возобновимых ресурсов (почвы, лес, пресная вода) со скоростью, превышающей возможности их естественного возобновления; объемы загрязнений и отходов, превышающие возможности окружающей среды к их ассимиляции. Это был кризис так называемой фронтальной («ковбойской») экономики, практически не бравшей в расчет экологические последствия экономической деятельности. Ответом на этот кризис стало появление концепции охраны окружающей среды, создание в более чем ста странах государственных структур, связанных с охраной природы. В России комплексный закон «Об охране окружающей природной среды» был принят в 1991 г. Еще в 1988 г. был создан Комитет по охране окружающей среды. С 2000 года его функции выполняет Министерство природных ресурсов.

На смену концепции фронтальной экономики пришла концепция эколого-экономического развития, однако качественного улучшения не произошло, поскольку интересы экономики, наращивания производства по-прежнему главенствовали. Последние 50 лет были периодом безудержного роста производства и потребления. Так, объем сжигаемых ископаемых видов топлива (нефть, газ, уголь) увеличился в 5 раз; потребление пресной воды – в 3 раза; объем добычи морских биоресурсов – в 4 раза и т.д.

Экономический механизм охраны окружающей среды начал формироваться в нашей стране в конце 80-х гг. XX века – загрязнители окружающей среды должны компенсировать обществу связанный с этим ущерб. Плата за загрязнение и другие экономические инструменты необходимы для создания правильного экологосбалансированного поведения производителя [1].

Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды по Приморскому краю – орган исполнительной власти, осуществляющий государственный надзор в области охраны окружающей среды, который направлен на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства. В основе деятельности Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды по Приморскому краю (далее – Департамент) лежат экономико-правовые механизмы.

Приморский край обладает уникальным природно-ресурсным потенциалом и основной задачей Департамента является обеспечение эффективного использования этого потенциала для экономического развития края при условии сохранения благоприятной окружающей среды.

Структура Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды по Приморскому краю:

1. Отдел водных ресурсов.
2. Отдел государственного надзора.
3. Отдел минеральных ресурсов и особо охраняемых природных территорий.
4. Отдел охраны окружающей среды.

Рассмотреть требования к порядку исполнения государственной функции можно на сайте администрации Приморского края [3].

### **Осуществление контрольно-надзорных мероприятий отделом государственного экологического надзора**

Департамент осуществляет следующие контрольно-надзорные мероприятия:

– государственный надзор в области охраны окружающей среды на объектах хозяйственной и иной деятельности независимо от форм собственности, находящейся на территории края, за исключением объектов хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору;

– государственный надзор за охраной атмосферного воздуха за деятельностью в области обращения с отходами производства и потребления на объектах хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору;

– региональный государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов, подлежащих федеральному государственному контролю и надзору;

– государственный контроль за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр.

Обеспечение исполнения функции регионального государственного экологического надзора на объектах хозяйственной и иной деятельности осуществляется 6-ю государственными инспекторами Приморского края в области охраны окружающей среды.

Общее количество юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых подлежит региональному государственному экологическому надзору, составляет около 40 тыс.

Государственный надзор в области охраны окружающей среды направлен на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования. За 2014 год депар-

таментом проверено соблюдение требований природоохранного законодательства на 150-ти хозяйствующих субъектах. При проведении проверок выявлено 155 нарушений природоохранного законодательства. За допущенные нарушения к административной ответственности в виде штрафа привлечено 155 нарушителей, в т.ч. 55 юридических лиц, 100 должностных лиц на общую сумму 25 350 000 рублей.

Приводим перечень выявленных в Приморском крае нарушений за 2014 год и их количественное соотношение (рис. 1).

1. Нарушение правил обращения с отходами производства и потребления, несоблюдение экологических требований при эксплуатации зданий, строений и сооружений при осуществлении производственной, хозяйственной и иной деятельности.

2. Нарушение правил водопользования, нарушение выполнения условий лицензий на право пользования участков недр местного значения, в области атмосферного воздуха.

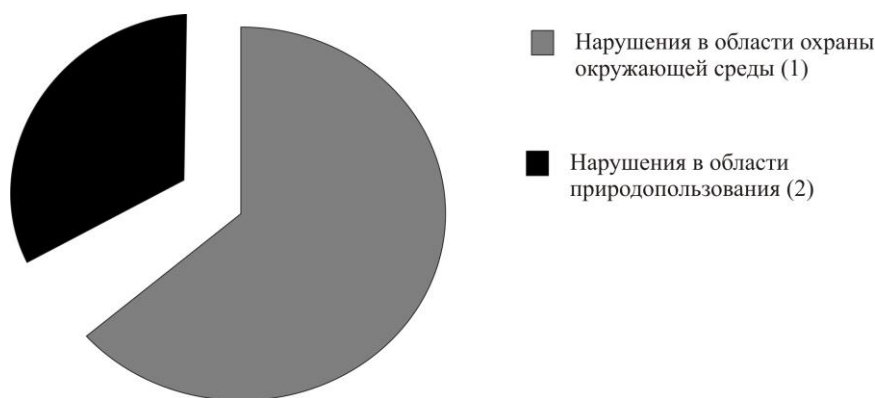


Рис. 1. Соотношение нарушений в области охраны окружающей среды и в области природопользования в Приморском крае в 2014 г.

В ходе работы по государственному экологическому надзору выявлены возможные риски:

1. Увеличение роста правонарушений в области охраны окружающей среды и природопользования.

2. Отсутствие оперативного реагирования со стороны предприятий, осуществляющих деятельность на территории Приморского края при возникновении аварийных ситуаций в области охраны окружающей среды и рационального природопользования природных ресурсов.

3. Невыполнение ранее выданных предписаний.

4. Своевременная неоплата наложенных административных штрафов в рамках осуществления контрольно-надзорной функции департамента.

В итоге, приняты решения, направленные на снижение рисков по надзору:

1. Усиление работы с неплательщиками за НВОС по базе, предоставленной управлением Росприроднадзора;

2. Усиление работы со службой судебных приставов, направленной на взыскание неоплаченных административных штрафов.

3. Направление дел об административных правонарушениях мировым судьям для принятия решения в соответствии с действующим законодательством.

Необходимо отметить высокий показатель оплаты наложенных штрафов в добровольном порядке (2014 – 97%, 2013 – 90%). За первый квартал 2015 года показатель оплаты в добровольном порядке ниже в связи с незавершением срока, предусмотренного законодательством для оплаты штрафа.

Целый спектр нарушений в области охраны окружающей среды и природопользования выявляется Департаментом по обращениям граждан (рис. 2).

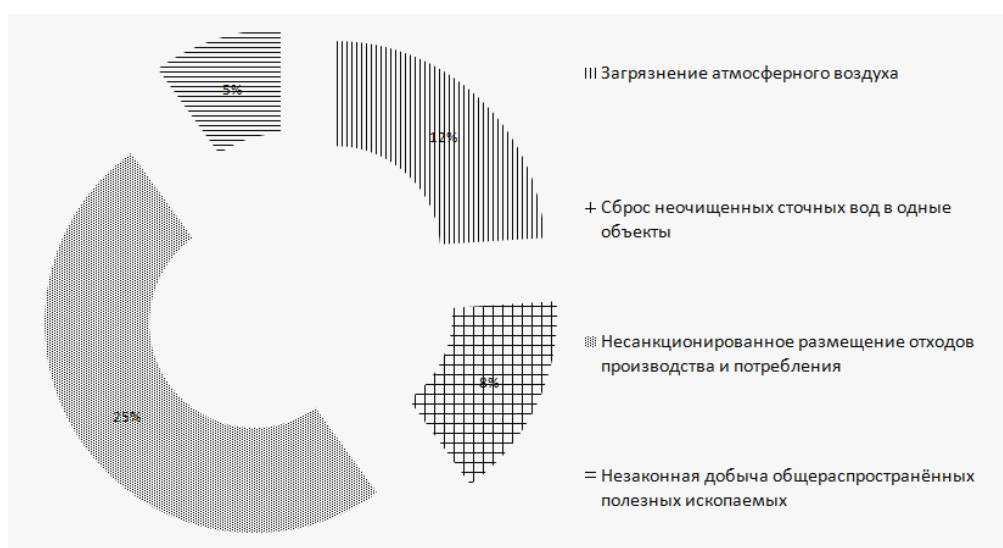


Рис. 2. Структура обращений граждан о нарушениях законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования в Приморском крае в 2014 г.

Учитывая вышеизложенное, можно уверенно говорить о сохранении стабильной ситуации в сфере природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности Приморского края.

В Приморском крае для улучшения экологической ситуации реализуется комплекс мероприятий экологической направленности на федеральном, краевом и муниципальном уровнях.

В результате возложенных на Департамент полномочий по осуществлению надзорных мероприятий в области охраны окружающей среды возникают сложности, связанные с назначением административных штрафов (в связи с высокими суммами административных наказаний), что может привести к прекращению деятельности предприятия вплоть до закрытия, а также с возникновением судебных разбирательств, связанных с оспариванием вынесенных постановлений о назначении административного наказания в виде наложения административного штрафа.

### **Некоторые результаты деятельности Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края**

#### **Обеспечение экологической безопасности**

Количество хозяйствующих субъектов в Приморском крае, осуществляющих плату за негативное воздействие на окружающую среду, ежегодно растет, достигнув в 2014 году 29 тыс. (в 2013 году – 25,9 тыс., в 2012 году – 24,7 тыс.).

Кроме того, в Приморском крае реализуются и готовятся к реализации крупные инвестиционные проекты, связанные с переработкой нефти и газа, су-



достроением, перевалкой сыпучих грузов, модернизацией портовой системы и сельского хозяйства. В связи с этим существует риск увеличения негативного воздействия на окружающую среду.

### Загрязнения атмосферы

Основные источники загрязнения атмосферы на территории Приморского края: автомобильный транспорт, предприятия теплоэлектроэнергетики, градообразующие объекты промышленности.

От стационарных источников наибольшие объемы выбросов загрязняющих веществ, более 65%, приходятся на долю крупных предприятий теплоэлектроэнергетики: филиал «ЛуГЭК ОАО «ДГК» – 58203,878 т/год (31,86% выбросов от стационарных источников), «Владивостокская ТЭЦ-2» – 36424,822 т/год (19,94%), «Артемовская ТЭЦ» – 25114,426 т/год (13,75%).

В целом по краю показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеют тенденцию к снижению (табл. 1). Это связано с выполнением предприятиями края мероприятий, направленных на снижение выбросов (в 2013 году снизился объем выбросов в атмосферу от стационарных источников на 13,32% по сравнению с 2012 годом), а также увеличением доли уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ, поступивших на газоочистное оборудование.

Таблица 1

#### Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2010–2013 годах\*

| Загрязняющие вещества                        | Выброшено в атмосферу, тыс. тонн |         |         |         | Уловлено и обезврежено, % |         |         |         |
|--|----------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|
|  | 2010 г.                          | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2010 г.                   | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. |
| Всего, в том числе:                          | 232,8                            | 224,9   | 208,7   | 180,9   | 91,7                      | 95,6    | 95,7    | 95,9    |
| Твердых веществ                              | 86,1                             | 77,7    | 62,1    | 55,3    | 96,8                      | 97,5    | 97,7    | 97,8    |
| Жидких и газообразных веществ, всего из них: | 146,7                            | 147,2   | 146,6   | 125,6   | 12,1                      | 10      | 11,9    | 19,3    |
| диоксид серы                                 | 75,6                             | 76,9    | 62,7    | 56,1    | 1,9                       | 3,2     | 3,4     | 3,4     |
| оксид углерода                               | 37,8                             | 32,6    | 31,6    | 32,4    | 0,0                       | 0,0     | 43,2    | 17,1    |
| оксиды азота                                 | 23,7                             | 25,0    | 25,5    | 24,4    | 0,0                       | 0,0     | 0,0     | 15,0    |

\*Показатели выбросов приведены по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю.

Наибольшее снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период 2010–2013 г. достигнуто в результате выполнения работ по реконструкции энергетических объектов г. Владивостока с переводом на сжигание природного газа (Владивостокская ТЭЦ-2, ТЭЦ-1, котельная «Северная»), модернизации котельных в Уссурийском городском округе.

В результате, фактические выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на Владивостокской ТЭЦ-2 в 2013 году, по сравнению с 2012 годом, в целом сократились на 57% (8,813 тыс. т), по сравнению с 2010 годом – на 86,52% (42,69 тыс. т).

За указанный период общее сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в Приморском крае составило 22,3%.

Ежегодно Департаментом выдается порядка 240 разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.

Существенным фактором загрязнения атмосферного воздуха в Приморском крае является автомобильный транспорт (табл. 2).

Таблица 2

**Общий выброс загрязняющих веществ автотранспортными средствами при движении по территории населенных пунктов Приморского края в 2013 году**

| Типы автотранспортных средств                              | Вид топлива       | Количество автотранспортных средств | Загрязняющие вещества (тыс. тонн) |
|--|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Легковые автомобили  | бензин            | 736 811                             | 94,522                            |
| Грузовые автомобили и автобусы полной массой менее 3500 кг | бензин            | 29 147                              | 24,001                            |
|  | дизельное топливо | 8 097                               | 1,0027                            |
| Грузовые автомобили более 3500 кг                          | бензин            | 17 618                              | 38,1                              |
|  | дизельное топливо | 39 641                              | 12,88                             |
| Автобусы полной массой более 3500 кг                       | бензин            | 1982                                | 10,316                            |
|  | дизельное топливо | 3264                                | 2,106                             |
| ИТОГО  |                   | 836 560                             | 182,962                           |

**Источники загрязнения водных объектов**

Основными источниками загрязнения водных объектов в Приморском крае, обеспечивающими 76% от общего сброса загрязненных сточных вод, являются:

– ОАО «ДГК» филиал Приморская генерация СП Владивостокская ТЭЦ-2 (объем сбросов загрязненных сточных вод 168,258 млн м<sup>3</sup>);

– КГУП «Приморский водоканал» (объем сбросов загрязненных сточных вод 37,707 млн м<sup>3</sup>);

– ЗАО ГХК «Бор» (объем сбросов загрязненных сточных вод 2,93 млн м<sup>3</sup>).

В целом по краю показатель сброса загрязненных сточных вод имеет тенденцию к снижению, что объясняется, прежде всего, введением в эксплуатацию очистных сооружений предприятиями и организациями Приморского края.

**Образование отходов**

Основные источники образования отходов в Приморском крае – это предприятия добывающей промышленности, предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа, воды и обрабатывающие производства, образующие в общей сложности свыше 95% отходов, представленных практически неопасными вскрышными породами, золошлаковыми отходами, «хвостами», шламами и прочими малоопасными (IV–V класса опасности) отходами.

Твердые коммунальные отходы (далее – ТКО) не превышают 2,15% в общей структуре отходов (ежегодное образование – свыше 820 тыс. т), но имеют тенденцию роста по объему в среднем до 2–3% в год. При этом уровень переработки ТКО не превышает 13%.

### **Особо охраняемые природные территории**

На территории Приморского края расположено 228 ООПТ всех категорий, которые занимают 13,7% от общей площади Приморского края.

В будущем ожидается увеличение этого показателя за счет создания на территории верхнего и среднего течения р. Бикин особо охраняемой природной территории федерального значения в форме национального парка.

Многие ООПТ, в первую очередь памятники природы, были созданы порядка 20–40 лет назад, до вступления в силу Земельного и Градостроительного кодексов, изменения законодательства об ООПТ. В связи с чем наиболее актуальной проблемой в данной сфере является отсутствие сведений об ООПТ в государственном земельном кадастре. На сегодня доля ООПТ регионального значения, границы которых определены, составляет 3,2% от общего количества ООПТ (6 заказников и 1 природный парк). Соответственно есть потребность в установлении границ и постановке на кадастровый учет 5 заказников и всех региональных памятников природы.

### **Водохозяйственный комплекс**

Гидрографическая сеть Приморского края представлена реками бассейнов Японского моря и реки Амур. Общая длина всех водных объектов Приморского края составляет около 120 тыс. км. Общая протяженность береговой линии водных объектов в границах населенных пунктов, требующей установления водоохраных зон, составляет 1508,3 км. На сегодняшний день водоохранная зона и прибрежно-защитные полосы установлены в 90%.

### **Региональный государственный экологический надзор**

Департамент осуществляет контрольно-надзорную деятельность в сфере охраны окружающей среды.

На 2015 год органами прокуратуры согласовано проведение 74 проверок (в 2014 г. – 160 проверок, в том числе: 150 плановых и 10 внеплановых проверок, в 2013 г. – 135 проверок, из них 135 плановых и 14 внеплановых). За первый квартал 2015 года проведено 15 проверок: 13 – плановых, 2 – внеплановых).

Помимо проверок юридических лиц, департамент принимает участие в мероприятиях, проводимых в рамках взаимодействия с органами прокуратуры, количество которых ежегодно увеличивается (за 1 кв. 2015 г. в 11 мероприятиях, в 2014 г. – 32, в 2013 г. – 29), а также в рамках работы по обращениям граждан (за 1 кв. 2015 г. – 10 мероприятий, в 2014 г. – 50, в 2013 г. – 30).

Динамика выявления и наложения административных взысканий не зависит от количества проведенных проверок (только за первый квартал 2015 года наложено административных штрафов на сумму – 517,0 тыс. рублей), что свидетельствует об отсутствии тенденции к снижению правонарушений в природоохранной сфере.

Необходимо отметить высокий показатель оплаты наложенных штрафов в добровольном порядке (2014 г. – 97%, 2013 г. – 90%). За первый квартал 2015 года показатель оплаты в добровольном порядке ниже в связи с не завершением

срока, предусмотренного законодательством для оплаты штрафа. Заметим, что штрафы – это один из экономических механизмов природопользования.

В целях оптимальной реализации полномочий по региональному экологическому надзору в 1 квартале 2015 года активизирована работа с недропользователями, не выполняющими условия лицензий.

Впервые в апреле месяце текущего года, департаментом применена методика по расчету вреда, причиненного недрам вследствие нарушения законодательства Российской Федерации о недрах (при незаконной добыче скального грунта). Выявлены два случая незаконной добычи скального грунта 42 700 м<sup>3</sup> на территории Дальнереченского муниципального района и 1500 м<sup>3</sup> Артемовского городского округа. Общий размер вреда, причиненный недрам, составил 43 439 760 руб.

Одним из основных направлений в рамках экологического надзора является достижение 100% выполнения выданных предписаний и своевременного привлечения к ответственности в случае их неисполнения [2].

Информация, составленная Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края «Об устойчивом развитии в сфере обеспечения экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов» для Администрации Приморского края.

Администрация Приморского края принимает меры для улучшения экологической ситуации во взаимодействии с заинтересованными муниципалитетами края, территориальными органами, федеральными органами исполнительной власти, высшими учебными заведениями, научными организациями, общественными экологическими организациями и предприятиями всех форм собственности. На охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов организациями края (кроме субъектов малого предпринимательства) в 2013 году было направлено 715,423 млн рублей инвестиций в основной капитал [4].

В целом, экологическая обстановка на территории Приморского края продолжает по отдельным показателям оставаться напряженной. В то же время реализация мероприятий экологической направленности способствовала улучшению экологической обстановки в крае.

Природоохранные мероприятия будут и в дальнейшем способствовать поступательному движению в направлении снижения техногенного воздействия и улучшения качества окружающей природной среды.

---

1. Пушкарь, В.С. Экология: человек и биосфера: учеб. пособие / В.С. Пушкарь, Л.В. Якименко. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2011. – 228 с.

2. Официальный сайт Администрации Приморского края и органов исполнительной власти Приморского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://primorsky.ru/>

3. Информация с отчетных данных отдела государственного экологического надзора Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края.

4. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2013 году Администрации Приморского края 2014г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php>

## Раздел II ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРИБРЕЖНО- МОРСКОЙ ЗОНЕ. МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ

### Chapter II. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE COASTAL AND SEA ZONES. MARINE BIORESOURCES

---

#### 2.1. Оценка уровней содержания микроэлементов в морских промысловых объектах Дальневосточного бассейна

Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кикю

#### Assessment of the levels of trace elements in marine fisheries of the Far Eastern seas

L.T. Kovekovdova, D.P. Kiku

*The objects of the study were marine plants: Polysiphonia morrowii, Codium yezoense, Desmarestia viridis, Undaria pinnatifida, Saccharina cichorioides, Stephanocystis crassipes, Costaria costata, Phyllospadix iwatensis; crustaceans: (Chionocetes opilio), (Paralithodes camtschaticus), (Pandalus borealis), (Pannandalus hipsinotus); fish: (Hexagrammos octogrammus), (Theragra chalcogramma), (Oncorhynchus gorbuscha), (Microstomus stelleri), (Pleuronectes (Limanda) asper Pallas), (Limanda sakhalinensis), (Limanda aspera), (Oncorhynchus keta) of the Far Eastern seas fishing areas.*

*Biological differences marine organisms and their habitat conditions shown in the largest quantities in marine plants contain Fe, Mn, Zn in the smallest – Cd, Hg, in fish and crustaceans – in greatest quantities of Fe and Zn, at least – Pb and Hg.*

*Regardless of the specific accessory and conditions of environment distribution of elements on the bodies of the fish is shown as follows: in the liver concentrate maximum levels of Cu, Cd, Hg, Zn; As concentration in muscle and liver are the same. Regardless of the specific accessory and conditions of environment distribution of elements on the bodies of the fish is shown as follows: in the liver concentrate maximum levels of Cu, Cd, Hg, Zn; As concentration in muscle and liver of fish are the same. In the muscles of fish were detected minimal concentrations of heavy metals.*

*The concentration of toxic elements Pb, Cd, Hg in thalli of seaweed used for human food does not exceed the permissible levels were shown.*

*Show exceeding the maximum permissible levels of arsenic in brown algae thalli. Detection of exceeding permissible levels of arsenic in brown algae thalli.*

*The content of toxic elements (Pb, Cd) in the muscles of studied crustaceans does not exceed the maximum permissible levels. Detection exceeding the maximum permissible levels of arsenic in the soft tissues crustaceans. The concentrations of Pb, Cd, Hg, As in the tissues of fish do not exceed the maximum permissible levels.*

*Assessment of the quality of the fish indicates that exceeded the maximum permissible levels of Pb, Cd, Hg, As in the case of maintaining the current environmental situation in the regions of their existence, is not expected.*

К XXI в. накопилось огромное количество фактических данных по уровням содержания микроэлементов, в основном группы тяжёлых металлов, в гидробионтах.

Научно-технический прогресс и рост экономики в большинстве стран привели к изменению экологической обстановки в глобальном масштабе.

Одной из важнейших проблем современности и ближайшего будущего является проблема загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами. Соединения этих элементов в силу высокой токсичности, подвижности и способности к биоаккумуляции представляют опасность не только для человека, но и для всего живого на планете. Характерной особенностью токсичных элементов является то, что тяжёлые металлы со временем не разрушаются, а только изменяют формы нахождения, постепенно накапливаясь в разных компонентах экосистемы [1–4]. Поэтому оценка современного уровня содержания микроэлементов, в том числе и токсичных, является одной из важнейших задач.

### **Морские растения**

Основная масса морских водорослей распределяется в прибрежной зоне. Водоросли активно участвуют в геохимических процессах в океане. В связи с изменением видового состава в широтном направлении изменяется и геохимическая функция водорослей, а следовательно, и их химический состав. Водоросли обладают свойством селективно извлекать из морской воды отдельные вещества [5–7]. Химический элементный состав связан со всей обстановкой их местообитания.

Были определены уровни содержания As, Pb, Cd, Cu, Fe, Hg, Zn, Cu в морских растениях: *Polysiphonia morrowii*, *Codium yezoense*, *Desmarestia viridis*, *Undaria pinnatifida*, *Saccharina cichorioides*, *Stephanocystis crassipes*, *Costaria costata*, *Phyllospadix iwatensis* залива Петра Великого.

Сбор морских растений проводился в летний сезон 2013–2014 гг. в акваториях залива Петра Великого близ: о. Моисеева, м. Шульца, о-вов Верховского, м. Плитняк, м. Бакланий, м. Белкина, м. Первенец, б. Цукановой, м. Дальний, м. Лисученко, б. Успения.

Подготовку морских растений к атомно-абсорбционному определению элементов осуществляли методом кислотной минерализации с  $\text{HNO}_3$  согласно ГОСТ 26929-94.

Измерение концентраций Zn, Cu проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu 6800» в пламенном варианте. Концентрации As, Pb, Cd определяли беспламенным вариантом, где атомизатором служила графит-

товая кювета. Фон корректировался дейтериевой лампой. Ртуть определяли беспламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрией на приборах фирмы «Nippon» – Hg-1 и прямом анализаторе ртути ДМА-80. Для сравнения использовали рабочие стандартные образцы растворов металлов, внесенные в Государственный реестр средств измерений. Относительная погрешность определения элементов составляла не более 7%.

Таблица 1

## Средние концентрации элементов в морских растениях, мкг/г сыр. массы

| Отдел         | Дата       | Район                               | Вид                                 | As             | Cd             | Cu             | Fe            | Pb             | Zn            |
|---------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Красные       | 08.06.13   | б. Промежуточная                    | <i>Polysiphonia morrowii Harvey</i> | 5,96<br>±0,6   | 0,04<br>±0,004 | 3,72<br>±0,19  | 96,7<br>±9,7  | 0,43<br>±0,043 | 6,04<br>±0,61 |
|               | 08.06.13   | Западная часть Уссурийского залива  | <i>Polysiphonia morrowii Harvey</i> | 5,7<br>±0,57   | 0,07<br>±0,007 | 4,39<br>±0,22  | 118<br>±11,8  | 0,73<br>±0,073 | 5,64<br>±0,56 |
|               | 30.06.13   | о. Моисеева                         | <i>Polysiphonia morrowii Harvey</i> | 5,69<br>±0,57  | 0,04<br>±0,004 | 1,01<br>±0,05  | 4,2<br>±0,42  | 0,09<br>±0,001 | 2,95<br>±0,3  |
| Бурые         | 18.06.13   | з. Петра Великого, о-ва Верховского | <i>Costaria costata</i>             | 18,7<br>±1,9   | 0,11<br>±0,011 | 2,02<br>±0,101 | 7,02<br>±0,7  | 0,59<br>±0,06  | 4,98<br>±0,5  |
|               | 01.07.13   | б. Козьмина                         | <i>Desmarestia viridis</i>          | 10,04<br>±1,04 | 0,05<br>±0,005 | 2,48<br>±0,124 | 181<br>±18,1  | 0,92<br>±0,092 | 4,69<br>±0,47 |
|               | 05.07.2013 | о. Путятинна                        | <i>Desmarestia viridis</i>          | 12,05<br>±1,21 | 0,18<br>±0,018 | 1,69<br>±0,08  | 155<br>±15,5  | 0,09<br>±0,001 | 6,65<br>±0,67 |
|               | 23.06.13   | п-ов Зарубина                       | <i>Desmarestia viridis</i>          | 4,29<br>±0,43  | 0,25<br>±0,025 | 2,63<br>±0,131 | 19,9<br>±1,2  | 0,24<br>±0,024 | 6,35<br>±0,64 |
| Зеленые       | 18.06.13.  | о-ва Верховского                    | <i>Codium yezoense</i>              | 4,04<br>±0,40  | 0,21<br>±0,021 | 1,39<br>±0,069 | 11<br>±1,1    | 0,38<br>±0,038 | 3,46<br>±0,35 |
| Морские травы | 16.06.13   | о-ва Верховского                    | <i>Phyllospadix iwatensis</i>       | 2,79<br>±0,28  | 0,24<br>±0,024 | 1,19<br>±0,06  | 34,5<br>±3,45 | 0,16<br>±0,016 | 5,45<br>±0,55 |

Примечание: ± ошибка метода

Уровни концентраций элементов в морских растениях изменялись в следующем порядке:

Красные водоросли:

Fe> Zn > As >Cu>Pb>Cd>Hg – *Polysiphonia morrowii Harvey*;

Fe>Zn>As>Cu>Pb>Cd>Hg – *Odonthalia dentate*;

Fe>Zn>As>Cu>Pb>Cd>Hg – *Tichocarpus crinitus*.

Бурые водоросли:

As>Fe>Zn>Cu>Pb>Cd >Hg – *Costaria costata*;  
 Fe>As>Zn>Cu>Pb>Cd>Hg – *Desmarestia viridis*;  
 Fe>As>Zn>Cu>Pb>Cd>Hg – *Laminaria saccharina*.  
 Зелёная водоросль:  
 Fe> Zn >= As >Cu>Pb>Cd>Hg – *Codium yezoense*.  
 Морские травы:  
 Fe>Zn>As>Cu>Cd>Pb>Hg – *Phyllospadix iwatensis*.

Таблица 2

## Средние концентрации элементов в морских растениях, мкг/г сыр. массы

| Отдел   | Дата отбора | Район       | Вид                         | As             | Cd              | Cu            | Fe              | Pb             | Zn             | Hg                |
|---------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Красные | 31.08.14г   | м. Плитняк  | <i>Odonthalia dentata</i>   | 5,24<br>±0,52  | 0,038<br>±0,004 | 2,77<br>±0,14 | 50,38<br>±5,4   | 0,26<br>±0,026 | 7,78<br>±0,78  | 0,0046<br>±0,0005 |
|         | 31.08.14г   | м. Бакланий | <i>Odonthalia dentata</i>   | 10,8<br>±1,08  | 0,071<br>±0,007 | 5,36<br>±0,27 | 133,59<br>±13,4 | 3,38<br>±0,338 | 17,03<br>±1,7  | 0,0049<br>±0,0005 |
|         | 10.10.14г   | б.Цукановой | <i>Odonthalia dentata</i>   | 11,46<br>±1,15 | 0,044<br>±0,004 | 3,66<br>±0,18 | 83,99<br>±8,4   | 0,17<br>±0,017 | 23,76<br>±2,4  | 0,0048<br>±0,0005 |
|         | 03.09.14г   | м. Белкина  | <i>Tichocarpus crinitus</i> | 9,93 ±0,1      | 0,015<br>±0,002 | 4,14<br>±0,21 | 163,17<br>±16,3 | 1,26<br>±0,126 | 15,87<br>±1,6  | 0,0029<br>±0,0003 |
|         | 08.09.14г   | м. Первенец | <i>Tichocarpus crinitus</i> | 8,12<br>±0,81  | 0,012<br>±0,001 | 3,69<br>±0,18 | 54,74<br>±5,5   | 0,37<br>±0,037 | 14,43<br>±1,4  | 0,0034<br>±0,0003 |
| Бурые   | 03.09.14г   | м. Белкина  | <i>Desmarestia viridis</i>  | 63,95<br>±6,41 | 0,076<br>±0,008 | 5,91<br>±0,31 | 100,58<br>±10,1 | 0,73<br>±0,073 | 34,49<br>±3,4  | 0,0037<br>±0,0004 |
|         | 08.09.14г   | м. Первенец | <i>Costaria costata</i>     | 87,6 ±8,8      | 0,034<br>±0,003 | 5,75<br>±0,29 | 80,84<br>±8,1   | 0,66<br>±0,066 | 5,36<br>±0,53  | 0,0035<br>±0,0004 |
|         | 21.09.14г   | м. Дальний  | <i>Laminaria saccharina</i> | 28,66<br>±2,6  | 0,019<br>±0,002 | 4,72<br>±0,24 | 93,49<br>±9,3   | 0,39<br>±0,039 | 18,71<br>±1,87 | 0,0054<br>±0,0005 |
|         | 6.10.14г    | м.Лисученко | <i>Laminaria saccharina</i> | 95,53<br>±9,61 | 0,032<br>±0,003 | 5,45<br>±0,27 | 76,66<br>±7,7   | 0,34<br>±0,034 | 39,41<br>±3,94 | 0,0043<br>±0,0004 |
|         | 14.10.14г   | б. Успения  | <i>Laminaria saccharina</i> | 64,66<br>±6,56 | 0,063<br>±0,006 | 3,77<br>±0,19 | 121,29<br>±12,1 | 0,71<br>±0,071 | 19,17<br>±1,91 | 0,0034<br>±0,0004 |

Несмотря на различие видов морских растений, а также мест их обитания, в наименьших количествах в них содержатся токсичные элементы – Pb, Cd, Hg, в то время как биологически активное Fe занимает первую позицию. Этот элемент широко используется организмами как переносчик электронов в окислительно-восстановительных реакциях. Уровень содержания мышьяка в бурых водорослях превосходит уровень цинка. Мышьяк широко распространен в окружающей среде. В малой дозе он выполняет ряд полезных функций; а в больших является сильнейшим ядом. Видоспецифичность микроэлементного состава морских растений обусловлена как морфологией слоевищ и биохимическими особенностями, так и спецификой мест обитания.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 предельно допустимый уровень токсичных элементов для морских водорослей составляет: для мышьяка – 5,0; свинца – 0,5; кадмия – 1,0; ртути – 0,1 мг/кг сырой массы [8]. Превышения установленных норм ртути и кадмия в бурых водорослях, употребляемых в пищу, не наблюдалось (рис. 1).



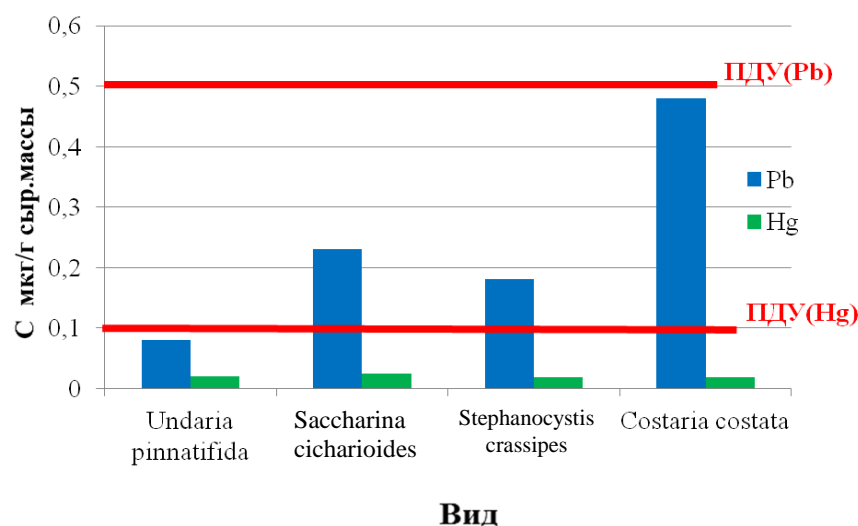


Рис. 1. Концентрации свинца и ртути в бурых водорослях, мкг/г сыр. массы

Содержания мышьяка в бурых водорослях превышали предельно допустимые уровни независимо от места их обитания (рис. 2). Специфическое концентрирование бурыми водорослями мышьяка было отмечено ранее [6]. Высокие концентрации мышьяка в водорослях должны учитываться фармакологами, гигиенистами и диетологами, которые рекомендуют употреблять ламинарию как источник йода.

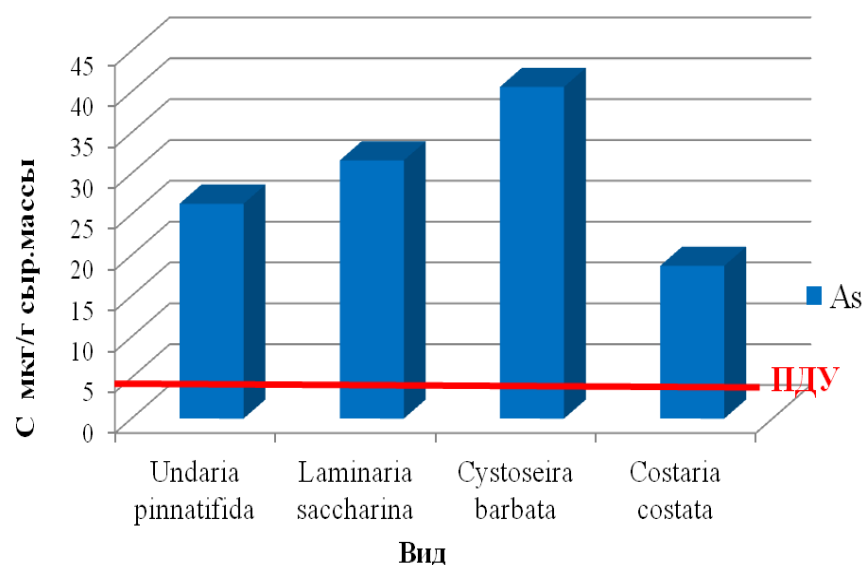


Рис. 2. Концентрации мышьяка в бурых водорослях, мкг/г сырой массы

### Ракообразные

Морские ракообразные являются одним из важных объектов промысла в дальневосточном рыбопромысловом бассейне. Ареал обитания ракообразных в дальневосточных морях довольно широк. В подзоне Приморья добывается до

15 тыс. т крабов. Мониторингу содержания токсичных элементов в ракообразных в мире придается особое значение, особенно в таких странах, как Италия, Франция, Испания, Греция и Португалия.

Микроэлементный состав промысловых ракообразных слабо изучен. Диапазоны концентраций элементов в мягких тканях промысловых ракообразных, выловленных в заливе Петра Великого (Японское море) в 2013–2014 гг. представлены в табл. 3, 4.

Таблица 3

**Диапазоны концентраций элементов в мягких тканях органов  
ракообразных Японского моря, мкг/г сыр. массы**

| Вид   | Орган   | As        | Pb        | Cd          | Hg          | Cu        | Zn        | Fe      |
|---|---------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| Краб стригун<br>( <i>Chionoecetes opilio</i> )          | Клешня  | 12,0-17,6 | 0,32-0,68 | 0,030-0,043 | 0,021-0,047 | 7,0-8,4   | 58,0-88,7 | 7,2-8,9 |
|   | Клешня  | 12,1-15,2 | 0,29-0,50 | 0,020-0,177 | 0,020-0,029 | 11,0-12,4 | 30,0-54,8 | 5,2-6,8 |
|   | Фаланга | 7,8-9,9   | 0,30-0,63 | 0,025-0,037 | 0,018-0,020 | 3,4-5,4   | 33,6-39,5 | 5,4-7,2 |
|   | Фаланга | 10,0-15,9 | 0,30-0,65 | 0,025-0,030 | 0,022-0,030 | 4,5-5,8   | 31,8-34,8 | 6,9-8,6 |
| Краб камчатский<br>( <i>Paralithodes camtschatica</i> ) | Клешня  | 3,6-5,0   | 0,20-0,56 | 0,005-0,010 | 0,030-0,060 | 4,3-5,6   | 35,0-60,2 | 4,0-9,6 |
|   | Фаланга | 2,1-4,7   | 0,42-0,64 | 0,005-0,010 | 0,020-0,025 | 2,9-4,8   | 34,0-46,4 | 5,8-7,2 |

Таблица 4

**Диапазоны концентрации элементов в мягких тканях органов  
ракообразных из Японского моря, мкг/г сыр. массы (2014 г.)**

| Вид  | Орган | As         | Pb          | Cd          | Hg          | Cu         | Zn           | Fe          | Se        |
|--|-------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|
| 1  | 2     | 3          | 4           | 5           | 6           | 7          | 8            | 9           | 10        |
| Креветка северная<br>( <i>Pandalus borealis</i> )      | Брюхо | 2,00-5,97  | 0,010-0,084 | 0,033-0,096 | 0,023-0,039 | 6,48-10,95 | 19,84-27,83  | 4,28-48,80  | 0,02-0,27 |
| Креветка гребенчатая<br>( <i>Pandalus hipsinotus</i> ) | Брюхо | 2,62-13,00 | 0,01-0,03   | 0,01-0,10   | 0,025-0,032 | 5,24-16,83 | 21,81-27,59  | 4,95-30,43  | 0,06-0,40 |
|  | Икра  | –          | 0,05-0,14   | 0,06-0,09   | –           | 7,30-10,18 | 70,34-120,50 | 21,77-30,22 | 1,03-1,84 |
| Шримс медвежонок<br>( <i>Sclerocrangon salebrosa</i> ) | Брюхо | 1,44-7,03  | 0,01-0,02   | 0,01-0,06   | 0,024-0,033 | 1,25-2,86  | 8,84-10,66   | 5,73-21,76  | 0,01-0,32 |
|  | Икра  | –          | 0,10-0,54   | –           | –           | 1,18-3,19  | 83,00-309,80 | 18,75-23,11 | 0,15-0,98 |

Окончание табл. 4

| 1  | 2       | 3             | 4              | 5               | 6               | 7             | 8               | 9                | 10            |
|--|---------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|
| Краб стригун<br>( <i>Chionoecetes opilio</i> )               | Фаланга | 12,0-<br>17,6 | 0,02-<br>0,05  | 0,020-<br>0,177 | 0,020-<br>0,029 | 3,65-<br>4,67 | 24,90-<br>26,17 | 6,9-<br>8,6      | 0,27-<br>0,79 |
|  | Клешня  | 4,00-<br>9,88 | 0,01-<br>0,03  | 0,01-<br>0,03   | 0,04-<br>0,30   | 4,37-<br>7,02 | 38,07-<br>46,55 | 3,66-<br>46,55   | 0,18-<br>0,24 |
|  | Жабры   | 0,72-<br>2,59 | 0,07-<br>0,09  | 0,02-<br>0,03   | –               | 3,97-<br>8,00 | 9,92-<br>10,29  | 59,19-<br>101,61 | 0,38-<br>0,44 |
| Краб камчат-<br>ский<br>( <i>Paralithodes camtschatica</i> ) | Фаланга | 2,1-<br>4,7   | 0,42 -<br>0,64 | 0,005-<br>0,010 | 0,020-<br>0,025 | 2,9-<br>4,8   | 34,0-<br>46,4   | 5,8-<br>7,2      | 0,20-<br>0,36 |
|  | Клешня  | 3,6 –<br>5,0  | 0,20-<br>0,56  | 0,005-<br>0,010 | 0,030-<br>0,060 | 4,3-<br>5,6   | 35,0-<br>60,2   | 4,0-<br>9,6      | 0,27-<br>0,48 |

Ряды уменьшения концентраций в мягких тканях обследованных ракообразных начинаются с биологически активного элемента Zn, заканчиваются токсичными элементами Pb, Cd, Hg. Уровень содержания меди в тканях крабов повышен. Крабы – бентосные организмы и являются обитателями придонного слоя воды, где содержание кислорода понижено. В тканях ракообразных присутствует гемоцианин – медьсодержащий дыхательный пигмент из группы металлопротеинов, который и переносит кислород к органам этих организмов.

Допустимые уровни содержания токсичных элементов (ПДУ) в мягких тканях моллюсков и ракообразных в мкг/г сырой массы составляют: для свинца – 10; мышьяка – 5; кадмия – 0,2; ртути – 0,2 [8].

Максимальные концентрации свинца и кадмия в мышцах обследованных крабов и креветок не превышали ПДУ. Следует отметить превышение предельно допустимых уровней мышьяка и ртути в мягких тканях отдельных особей краба-стригуна.

### Рыбы

Рыбы, благодаря довольно развитому механизму гомеостаза, способны регулировать содержание токсичных элементов в органах.

Поскольку мониторинговые исследования содержания токсичных элементов проводились в органах рыб, доставленных в разное время из отдельных районов ДВ морей, то на основании полученных данных возможно было провести только их оценку на соответствие существующих нормативов содержания токсичных элементов [9].

Таблица 5

### Концентрации элементов в органах промысловых рыб, мг/кг сыр. массы

| Вид    | Год вылова | Район вылова                         | Орган  | As            | Pb            | Cd             | Hg              | Cu            | Zn           |
|--------|------------|--------------------------------------|--------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|--------------|
| 1      | 2          | 3                                    | 4      | 5             | 6             | 7              | 8               | 9             | 10           |
| Минтай | 2013       | Залив Петра Великого (42°238-32°023) | Мышцы  | 0,60±<br>0,06 | 0,02±<br>0,01 | 0,001<br>±0,00 | 0,030±<br>0,006 | 0,08±<br>0,01 | 2,0±<br>0,2  |
|        |            |                                      | Печень | 0,80±<br>0,07 | 0,05±<br>0,01 | 0,02±<br>0,002 | 0,036±<br>0,07  | 0,34±<br>0,05 | 19,6±<br>2,1 |

Окончание табл. 5

| 1       | 2    | 3  | 4          | 5             | 6             | 7               | 8               | 9             | 10           |
|---------|------|--|------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------|
| Горбуша | 2013 | СЗТО<br>(44°48-<br>153°14)               | Мыш-<br>цы | 0,62±<br>0,06 | 0,05±<br>0,01 | 0,001±<br>0,00  | 0,045±<br>0,008 | 0,20±<br>0,02 | 4,8±<br>0,5  |
|         |      |  | Печень     | 1,00±<br>0,14 | 0,10±<br>0,01 | 0,32±<br>0,03   | 0,045±<br>0,008 | 7,5±<br>0,08  | 47,0±<br>5,0 |
| Кета    | 2013 | СЗТО<br>(44°39-<br>163°59)               | Мыш-<br>цы | 3,6±<br>0,05  | 0,17±<br>0,01 | 0,020±<br>0,003 | 0,045±<br>0,008 | 0,24±<br>0,02 | 4,0±<br>0,4  |
| Терпуг  | 2012 | Японское<br>море<br>(42°402-<br>133°044) | Мыш-<br>цы | 0,52±<br>0,01 | 0,05±<br>0,01 | 0,001±<br>0,00  | 0,045±<br>0,008 | 0,20±<br>0,02 | 4,8±<br>0,5  |
|         |      |  | Печень     | 0,73±<br>0,07 | 0,10±<br>0,01 | 0,182±<br>0,02  | 0,045±<br>0,004 | 9,50±<br>1,00 | 47,0±<br>5,6 |
| Кета    | 2012 | Берингово<br>море<br>(58°03-<br>173°13)  | Мыш-<br>цы | 3,40±<br>0,04 | 0,54±<br>0,05 | 0,147±<br>0,01  | 0,025±<br>0,009 | 0,24±<br>0,02 | 5,3±<br>0,5  |
|         |      |  | Печень     | 2,98±<br>0,03 | 0,43±<br>0,03 | 0,288±<br>0,030 | 0,032±<br>0,006 | 30,8±<br>3,00 | 32,0±<br>0,3 |

Примечание. N – средняя проба из общей выборки, ± – ошибка метода

Установлено, что концентрации Pb, Cd, Hg, As в тканях рыб не превышали ПДУ.

Оценка качества органов рыб даёт основание полагать, что превышения ПДУ Pb, Cd, Hg, As в случае сохранения существующей экологической ситуации в районах их существования не ожидается.

1. Виноградов, А.П. Химический элементарный состав организмов моря: монография / А.П. Виноградов. – М.: Наука, 2001. – 620 с.

2. Израэль, Ю.А. Антропогенная экология океана: монография / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 528 с.

3. Riget, F. Lead, cadmium, mercury and selenium in Greenland marine biota and sediments during AMAP phase 1 / F. Riget, R. Dietz, P. Johansen, G. Asmund // Sci. Total Environm. – 2000. – Vol. 245. – P. 3–14.

4. Gibert, O. Heavy metal in polluted mollusks / O. Gibert, X. Martinez-Llado, V. Marti et al. // Water, Air, and Soil Pollut.: An International Journal of Environmental Pollution. – 2009. – Vol. 204. № 1–4. – P. 271–284.

5. Саенко, Г.Н. Металлы и галогены в морских организмах / Г.Н. Саенко. – М.: Наука, 1992. – 200 с.

6. Христофорова, Н.К. Содержание металлов в фукусах бухты Кратерной (Курильские острова) в связи с условиями существования / Н.К. Христофорова, Т.М. Малиновская // Биология моря. – 1995. – Т. 21. № 1. – С. 77–82.

7. Мурадов, С.В. Воздействие тяжелых металлов на водоросли-макрофиты Авачинской губы / С.В. Мурадов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 1998–2000.

8. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2002. – 156 с.

9. Ковековдова, Л.Т. Микроэлементный состав промысловых рыб дальневосточных морей / Л.Т. Ковековдова, М.В. Симоконь, Д.П. Кику // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 2. – С. 72–76.

## 2.2. Хлорорганические пестициды в рыбах Японского и Охотского морей

**О.Н. Лукьянова, М.Д. Боярова,  
В.Ю. Цыганков, Н.К. Христофорова**

### **Persistent organochlorine pesticides in fish from Japan Sea and the Sea of Okhotsk**

**O.N. Lukyanova, M.D. Boyarova,  
V.Yu. Tsygankov, N.K. Khristophorova**

*Persistent organochlorine pesticides (POPs), DDT and HCH, were analyzed in organs of the far eastern navaga (*Eleginus gracilis*), light golden goby (*Myoxocephalus flavimanus*), common mullet (*Mugil cephalus*), flounder (*Platichthys sp.*), Pacific herring (*Clupea pallasii*) from the different areas of Peter the Great Bay, Japan Sea, and organs of Pacific salmon caught in the Sea of Okhotsk. POPs were determined in all studied samples. Among fish, maximal total concentration (638 ng/g wet weight) were determined in muscles of the far eastern navaga (Posyet Bay, Japan Sea). Total POP concentrations in muscle of pink (35,4 ng/g), chum (41,8 ng/g), chinook (103,8 ng/g) and sockeye (158,7 ng/g) were lower maximal permission level for seafood in Russia. POPs concentrations in fish from the Peter the Great Bay (Japan Sea) and the Sea of Okhotsk corresponds to average pollutant concentrations in fish from the different areas of the World Ocean.*

Пестициды – общее название для большой группы синтетических химических веществ, созданы человеком для борьбы с вредителями сельского и коммунального хозяйства. Пестициды являются ксенобиотиками, т.е. чужды живой природе и недоступны метаболическому разложению. Практически все они способны к биоаккумуляции, то есть содержатся в живых организмах в более высоких концентрациях, чем в окружающей среде.

В отличие от наземных животных, для которых важнейшим путем поступления токсикантов является трофический, для водных организмов существенное значение имеет постоянный контакт с загрязненной средой, тем более что морские и пресноводные водоемы – это основные резервуары, куда в конечном итоге попадают загрязняющие вещества. Значительное количество различных токсикантов обнаружено во всех компонентах водных экосистем, причем в большем количестве в организмах высших трофических уровней, в частности в рыбах. В органах рыб обнаружены разнообразные хлорорганические соединения (ХОС), значительную часть которых составляют ДДТ и его метаболиты, гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и его изомеры, а также полихлорированные бифенилы (ПХБ).

ХОП могут оказывать на рыб нервно-паралитическое действие, которое проявляется в расстройствах координации движений, ухудшении общего состояния, нарушении пищевого рефлекса, ведущего к отказу от корма и развитию истощения, а также в снижении весового роста и линейного размера рыб, нарушении углеводного, белкового и липидного обменов, влиянии на репродуктивный цикл, нарушении ово- и эмбриогенеза. Все эти разнообраз-

ные эффекты приводят в конечном итоге к ослаблению или гибели популяций многих видов рыб [1].

В районах с развитым промышленным рыболовством рыб часто используют в качестве индикаторов загрязнения среды обитания. Наиболее популярны и часто используются различные виды камбаловых, тресковых, сельдевых, акулых.

В течение последних двух десятилетий проведено изучение содержания ГХЦГ и ДДТ в органах различных видов рыб из Японского и Охотского морей. Исследованы типично морские, проходные и пресноводные виды рыб; обитатели морских и эстуарных экосистем, населяющие бенталь и пелагиаль, совершающие длительные миграции и приуроченные к конкретным местам обитания.

При изучении ХОП в мышцах рыб прибрежных морских вод Приморья максимальные суммарные концентрации (638 нг/г) были определены в дальневосточной наваге, выловленной в зал. Посьета. В мышцах золотистого бычка из того же залива количество ХОП также составляло 264 нг/г. В мышцах лобана из бухты Сивучьей концентрация пестицидов была 88 нг/г. Во всех трех видах рыб, выловленных в прибрежных водах юго-западного Приморья, в сумме ХОП преобладали ДДТ и его метаболиты, как и у мидий из зал. Посьета, что подтверждает трансграничный перенос этого соединения из морских акваторий Юго-Восточной Азии (рис. 1).

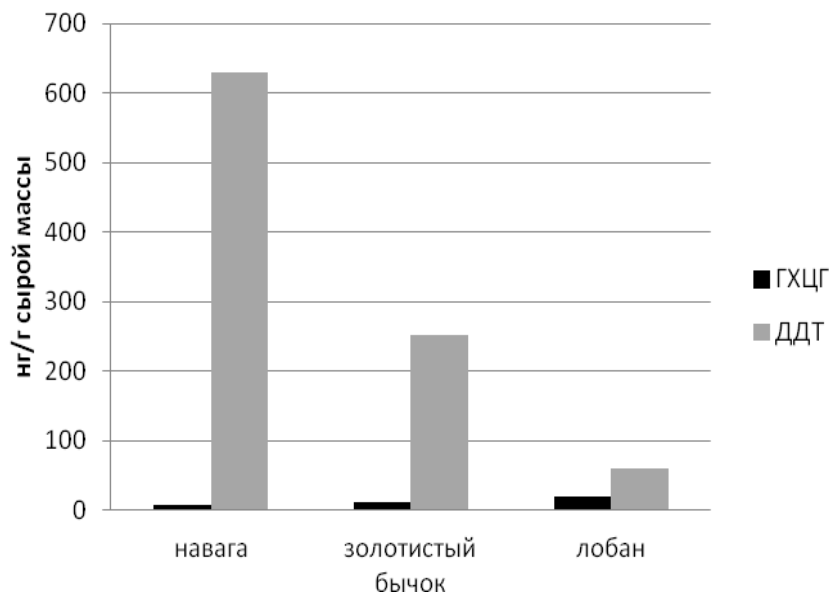


Рис. 1. Содержание пестицидов в мышцах рыб из зал. Посьета

В большинстве исследованных районов (б. Сивучья, заливы Посьета, Амурский и Уссурийский) были собраны несколько видов камбал. Разные виды камбал избирательно аккумулируют пестициды в мышцах; как правило, количество пестицидов определяется содержанием жира в органах. Максимальные концентрации ХОП были определены в мышцах камбал, выловленных в Амурском заливе (рис. 2).

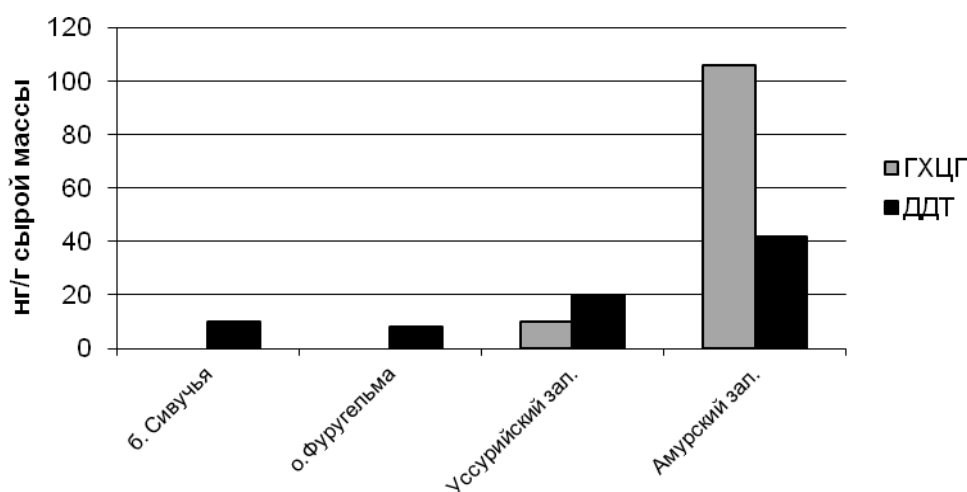


Рис. 2. Содержание ХОП в мышцах камбал из зал. Петра Великого Японского моря

Суммарное содержание хлорорганических пестицидов в рыбах зал. Петра Великого в целом соответствует интервалу содержания этих веществ, определяемых в рыбах из других районов Мирового океана в настоящее время. Общее содержание пестицидов здесь было значительно больше, чем в образцах рыб из прибрежных вод о. Сахалин [2], но почти в 200 раз меньше, чем в печени рыб из прибрежной зоны Балтийского моря [3].

Одним из важных промысловых объектов является сельдь. Определение токсикантов в этом виде представляет интерес с точки зрения безопасности для здоровья человека. Суммарное содержание ХОП в мышцах тихоокеанской сельди, выловленной в зал. Петра Великого, составляло 2,5 нг/г сырой массы. Для сравнения отметим, что в балтийской сельди из Рижского залива максимальное суммарное содержание ХОП достигало в 1997 г. 527 нг/г сырой массы [1].

Согласно общей схеме метаболизма ксенобиотиков в организме животных основное количество поступающих токсикантов аккумулируется в печени. Печень у рыб, как и у многих других живых организмов, выполняет основную роль в детоксикации и хранении поллютантов. Во всех образцах печени рыб из зал. Петра Великого были определены практически все изомеры ГХЦГ и ДДТ и метаболиты. Максимальные концентрации ХОП обнаружены в печени камбалы полосатой из Амурского залива (379–736 нг/г).

В целом концентрации ХОП в рыбах зал. Петра Великого соответствуют диапазону содержания пестицидов в рыбах различных районов Мирового океана в современный период.

Особую роль в распределении и аккумуляции пестицидов в водной среде играют эстуарные экосистемы. В этих зонах, на границе река–море, где соленость резко возрастает, растворимость ХОП в воде уменьшается, и они переходят во взвесь. Поэтому содержание ХОП в органах речных и эстуарных видов, как правило, выше по сравнению с морскими видами.

В 2008 году исследовано содержание ХОП в органах мелкочешуйной краснопёрки (*Tribolodon brandtii*) из эстуариев рек Раздольная и Артёмовка. Суммарные максимальные концентрации ХОП были обнаружены в печени

краснопёрки из эстуария р. Раздольная, в среднем 1700 нг/г сырого веса, у рыб из эстуария р. Артёмовка сумма ХОП составляла в среднем около 1000 нг/г. При сравнении содержания ХОП в мышцах рыб из эстуарных, морских и пресноводных экосистем установлено, что наибольшее количество ХОП аккумулируется у эстуарных видов (рис. 3).

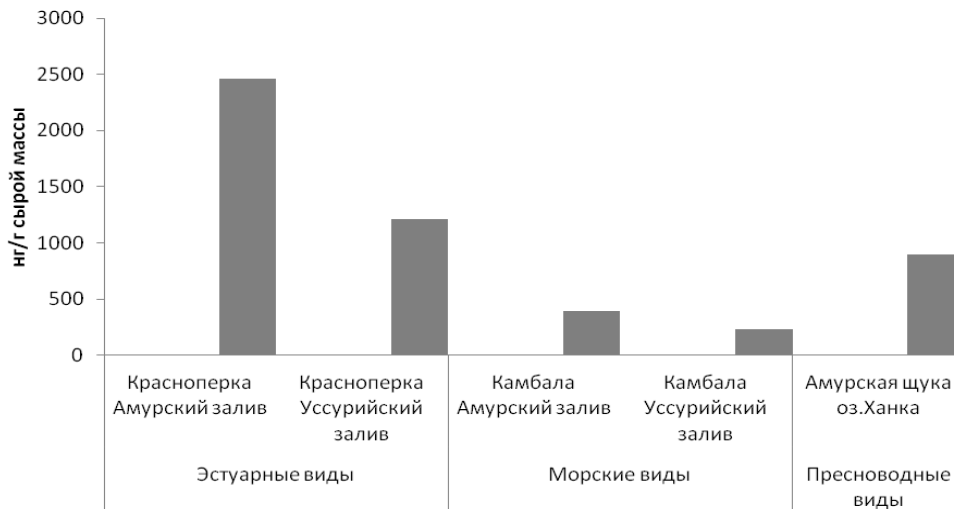


Рис. 3. Содержание пестицидов в печени морских, пресноводных и эстуарных видов рыб

В настоящее время поступление пестицидов продолжается в отдельные районы прибрежных вод Приморья, находящиеся под влиянием трансграничного переноса поллютантов (устье р. Туманной) и активной хозяйственной деятельности населения (Амурский залив) [4].

В Охотском и Беринговом морях в настоящее время основными обитателями верхней пелагиали являются лососевые рыбы. Лососи населяют слой 0–50 м, где и аккумулируются переносимые ветрами ХОП. Во время нагула в океане лососи захватывают пестициды и затем во время нерестовых миграций переносят их на сушу. Погибая после нереста, эти рыбы оставляют в районах нерестилищ значительные количества пестицидов. Содержание пестицидов было определено в органах лососей, собранных в Беринговом и Охотском морях в районе Курильских островов. Общее содержание поллютантов в различных органах варьировало в широких пределах – от 41 до 7103 нг/г липидов. В целом отмечена тенденция увеличения концентрации ХОП по органам в следующем порядке: мышцы < печень < икра < гонады самцов. Максимальное содержание выявлено в печени нерки (7103 нг/г липидов), из них 6453 нг/г приходится на изомеры ГХЦГ. Наибольшая концентрация ДДЕ обнаружена в печени чавычи (3022 нг/г). ДДЕ во всех образцах был единственным обнаруженным метаболитом ДДТ, что говорит о деструкции исходного ДДТ, т.е. о длительном нахождении пестицида в экосистеме.

Сумма концентраций ХОП в мышцах горбуши (35,4 нг/г), кеты (41,8 нг/г сырого веса), чавычи (103,8 нг/г) и нерки (158,7 нг/г) не превышает санитарно-эпидемиологические нормы Российской Федерации, которые согласно



СанПиН 2.3.2.1078-01 равны 200 нг/г сырого веса. Более 80% рыб, идущих на нерест на Дальнем Востоке России, составляют горбуша и кета. Средняя масса одного экземпляра горбуши составляет 1,3 кг, нерестовой кеты – 3,5 кг. Расчеты показывают, что одна горбуша содержит до 90 мкг пестицидов, а одна кета – до 640 мкг. Количество рыб, мигрирующих на российское побережье Северо-западной части Тихого океана, ежегодно оценивается специалистами и опубликовано в отчетах Международной комиссии по анадромным рыбам. На основании этих данных возможно рассчитать общее количество пестицидов, переносимых лососями на сушу. В 2008 году это количество составило 13 кг, в 2009 – 35 кг, в 2010 – 20 кг. Больше всего поступает в бассейн Амура. Это соответствует количеству пестицидов, вносимых на поля в центральной части России в 70-х годах в отдельных областях [5].

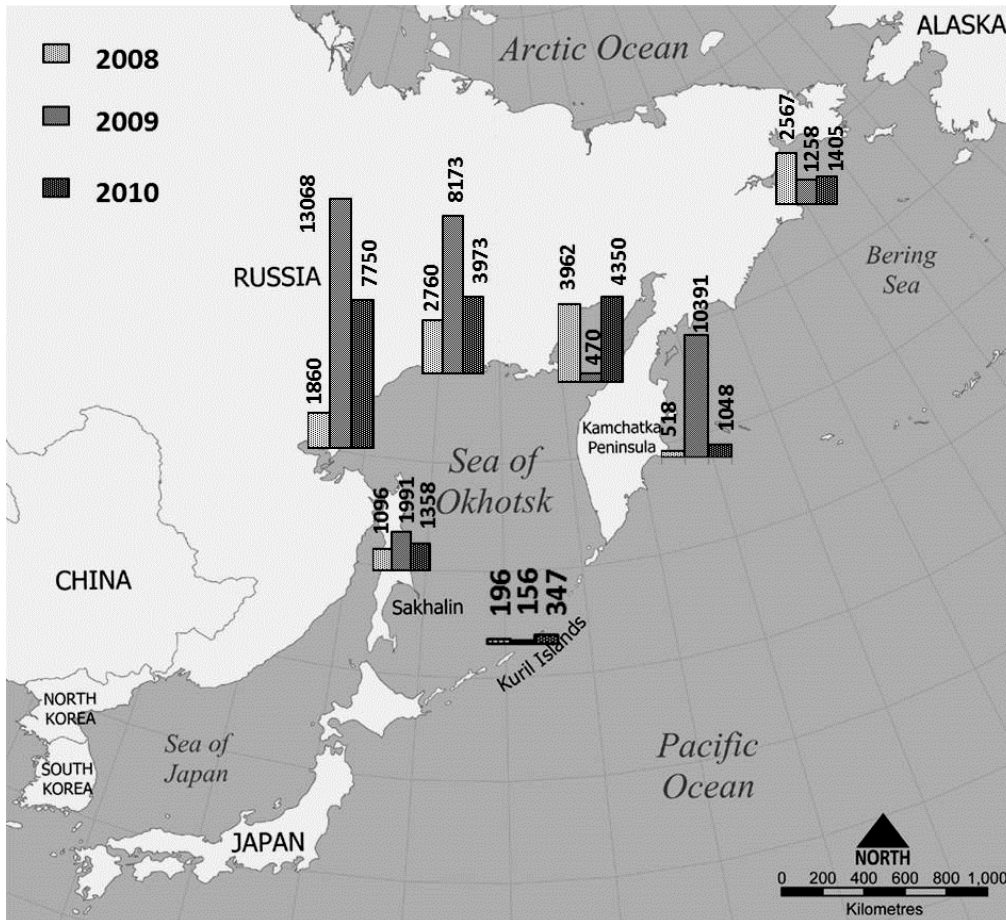


Рис. 4. Распределение ХОП, переносимых лососями на побережье российской зоны дальневосточных морей

Таким образом, рыбы являются удобными биоиндикаторами загрязнения морской среды хлорорганическими пестицидами. Пестициды обнаружены во всех исследованных образцах рыб Японского и Охотского морей. В Японском море наибольшие количества пестицидов присутствуют в органах эстуарных рыб. Лососи осуществляют биотранспорт пестицидов из моря на сушу. Увеличение концентрации пестицидов в районах нерестилищ создает экологический риск для размножения лососей и развития потомства. Возможные источники пестицидов в регионе – атмосферный транспорт и трансграничный перенос.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Российского научного фонда, соглашение № 14-50-00034.

1. Ровинский, Ф.Я. Фоновый мониторинг загрязнения экосистем суши хлорорганическими соединениями / Ф.Я. Ровинский, Л.Д. Воронова, М.И. Афанасьев и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 270 с.

2. Латковская, Е.М. Химико-экологическая оценка заливов северо-востока Сахалина: хлорорганические пестициды и тяжелые металлы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.М. Латковская. – Владивосток, 2000. – 26 с.

3. Roots, O. Persistent organic pollutants in the Baltic Sea (1969–2002) / O. Roots // Экологическая химия. – 2004. – Т. 13 (1). – С. 54–66.

4. Лукьянова, О.Н. Хлорорганические пестициды в водных экосистемах Дальнего Востока России / О.Н. Лукьянова, М.Д. Боярова, А.П. Черняев и др. // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2007. – № 2. – С. 31–35.

5. Лукьянова, О.Н. Биотранспорт пестицидов тихоокеанскими лососями в северо-западной Пацифике / О.Н. Лукьянова, В.Ю. Цыганков, М.Д. Боярова, Н.К. Христофорова // Доклады Академии наук. – 2014. – Т. 456. № 3. – С. 363–365.

### **2.3. Ресурсы поверхностных и морских вод Камчатки и перспективы их использования**

**Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, Е.В. Тарасова**

#### **Marine and surface waters resources of Kamchatka and the prospects of their use**

**N.V. Ivanenko, L.V. Yakimenko, E.V. Tarasova**

*As a part of the project «Strategy of socio-economic development of Kamchatka Region up until 2035» it was considered that nature environment is the major internal factor for the development of the region. The project reviewed the scientific researches and official documents such as The State Reports. The Program of Kamchatka Region Development, materials from the project «Scheme of Complex Use of Water Resources», etc. The restoration and protection of the marine resources, fish farming are the priority tasks of development strategy for fishing industry of Kamchatka. Nature protection and management of living environment for people of Kamchatka is the other very important task. One of the first steps is the constant supply of quality drinking water and creation of protection zones within the borders of water basins, restoration of existing water treatment plants and building of new ones.*

Камчатка и ее континентальный шельф обладают значительным и разнообразным потенциалом природных ресурсов, сохранение и рациональное использование которого составляет одну из главных задач стратегии социально-экономического развития Камчатского края на долгосрочный период.

### **Ресурсы поверхностных вод**

Камчатка находится в зоне избыточного увлажнения и располагает хорошо развитой речной сетью. По территории области протекают более 140 000 больших и малых рек. Речная сеть Камчатки принадлежит к бассейнам Охотского, Берингова морей и Тихого океана. Водные ресурсы региона существенно дополняют многочисленные озера и лиманы. Лиманы – это вытянувшиеся параллельно морскому берегу длинные лагуны (бухты), возникшие в связи с образованием в устьях рек песчаных отмелей. Общее количество озер составляет более 8,8 тыс., из которых 99% приходится на очень малые, площадью менее 0,1 км<sup>2</sup>. Озер с площадью зеркала 1 км<sup>2</sup> и более всего 108. Самые крупные из них – оз. Нерпичье (Култучное – 552 км<sup>2</sup>), оз. Кроноцкое (245 км<sup>2</sup>) и оз. Ажабачье (63,9 км<sup>2</sup>). Все три озера расположены в бассейне р. Камчатка. Большинство из озер имеет термокарстовое, т.е. ледниковое происхождение. Много озер в поймах рек, есть горные озера и крупные озера вулканотектонического происхождения (Кроноцкое и некоторые другие) [1, 2].

Полуостров Камчатка обладает богатейшими водно-болотными угодьями. Болота распространены преимущественно в пределах Центральной Камчатской равнин. Площади болот колеблются от нескольких гектаров до десятков квадратных километров. В питании болот участвуют сток с водосборной площади и атмосферные осадки, выпадающие непосредственно на заболоченную территорию. Болота играют важную роль в формировании гидрологического режима рек. Являясь стабильным источником питания рек, они регулируют половодья и паводки, растягивая их во времени и по высоте, и в пределах своих массивов способствуют естественному самоочищению речных вод от многих атмосферных и антропогенных загрязнителей [2, 3].

Вся территория восточного побережья Камчатского полуострова – от бассейна р. Горбуши на севере и до южной оконечности мыса Лопатка – относится к району привулканических низин. Образование самого крупного болотного массива – Николаевской тундры – произошло на месте бывшего залива Авачинской губы, вышедшего из зоны воздействия высоких приливов [3].

Ледники Камчатки являются существенной (пока неоцененной) частью водных ресурсов региона. Однако их доля в стоке рек региона ощутима. Основными центрами оледенения на рассматриваемой территории являются Срединный хребет, Ключевская группа вулканов и Кроноцкий полуостров. Общее количество ледников здесь более 280, из которых 81 находится в пределах бассейна р. Камчатка. Общая площадь оледенения около 600 км<sup>2</sup>, половина из которых в бассейне р. Камчатка. Характер движения ледников Камчатки не изучен. По отрывочным сведениям, ледники Ключевской группы вулканов находятся преимущественно в стадии отступления. Один из ледников этой группы (ледник Эрмана) в настоящее время наступает, и язык его заканчивается крутым ледяным обрывом. Положение нижней границы ледников зависит в основном от размещения отрицательных форм рельефа. Так, в районе Кроноцкого полуострова концы ледников спускаются до высоты 400 м, на севере Срединного хребта – до 700 м, а отдельные ледники Ключевской группы вулканов – до 1500–1700 м [2, 3].

Ледники Камчатки расположены на рыхлых и трещиноватых породах, хорошо поглощающих поверхностный сток. Реки, питающиеся водой от таяния ледников и фирновых полей, доносят свои воды до постоянных водотоков только в первую половину лета, когда происходит интенсивное таяние снега в горах. Позже вся вода теряется в рыхлых породах вблизи нижнего конца ледника, ледниковые реки пересыхают, и весь сток их расходуется на пополнение запасов подземных вод [2].

В глубоких падах и ущельях гор в течение всего летнего периода сохраняются значительные снежники. Они встречаются в верховьях всех крупных рек, истоки которых лежат выше 1200–1300 м. Таяние снежников продолжается в течение всего летнего периода и прекращается только с наступлением заморозков. Как показали гидрографические исследования, для летнего питания рек запасы снега по ущельям хребтов имеют значительно большее значение, чем постоянные ледники и фирновые поля на вершинах гор [2].

Одним из интересных природных явлений на Камчатке являются ее горячие источники, гейзеры, фумаролы. На территории региона более 200 проявлений минеральных вод, включая термоминеральные, многие из которых имеют лечебное значение. Выходы термоминеральных вод наблюдаются в районах, где развита вулканическая деятельность или проходят зоны тектонических разломов, и приурочены к породам третичного или более позднего времени [2–4].

Для всех рек Камчатки характерна исключительно высокая водность и высокая естественная зарегулированность стока, обусловленная наличием аккумулярующих емкостей как подземных, так и наземных (болота, ледники, снежники и т.д.) [3].

Наиболее характерной фазой водного режима рек Камчатского региона является весенне-летнее половодье (начало – май, максимум – июнь), во время которого на реках проходит 50–70% годового стока; затем следует постепенный спад; возможен второй максимум (слабовыраженный) – в октябре. Общий объем стока определяется в основном величиной поверхностного притока талых вод. Доля подземного питания больших рек составляет 30–50%, малых – 10–20% от величины стока за половодья [2].

Водными ресурсами являются пресные воды, доступные для эксплуатации. Они представлены водами поверхностного стока при большей или меньшей доле подземных вод. Воды морей и океанов, пресные подземные воды глубоких горизонтов, а также солоноватые и соленые воды, ледники и снежники остаются ресурсом будущего. При хозяйственном использовании водных ресурсов важнейшее значение имеет определение их количественных запасов и качественного состояния [3].

Водные ресурсы Камчатки можно считать достаточно высокими для обеспечения существующего уровня развития экономики и его развития, но неравномерная заселенность края и ухудшение качества природных вод в результате водопользования уже привели к возникновению достаточно сложных и острых водохозяйственных проблем во многих районах этого региона [3].

Проблему обеспечения качественной питьевой водой населения Камчатского края необходимо решать использованием ресурсов подземных вод. Камчатский край и Магаданская область характеризуются самой высокой в России обеспеченностью прогнозными ресурсами подземных вод (156 м<sup>3</sup>/сут на человека). Подземные воды края используются хаотично и небрежно: каждое второе из

проверенных предприятий, использующих подземные воды, делает это с нарушением закона [5, 6].

Регион отличается сложностью климатических условий, контрастами рельефа, различиями в почвенном и растительном покрове, которые и определяют существенные различия в водоносности и режиме стока отдельных бассейнов [3].

Водоносность территории в целом определяется среднесуточным стоком воды, а устойчивость режима поступления вод может быть оценена величиной годового и минимального среднемесячного расхода воды 95%-й обеспеченности (нормативный расчетный минимум) [3].

Значительная удельная водоносность региона (20,6 л/с с км<sup>2</sup>) сочетается с высокой естественной зарегулированностью стока (0,62). По данному показателю регион относится к регионам с высокой обеспеченностью водными ресурсами [7].

Обобщению материалов наблюдений за стоком рек Камчатки с оценкой водных ресурсов и водно-ресурсного потенциала этого региона посвящено очень мало исследований. Первым исследованием такого рода можно назвать работу М.Г. Васьковского, последним – работу Л.М. Яковлевой [7, 8].

В работе Васьковского обобщен материал наблюдений по 41 створу на 29 реках Камчатки (включая материковую часть) с рядами по стоку длиной от 1 до 20 лет с приводкой последних к периоду 25 лет. Указывая на высокие модули стока камчатских рек, автор отмечает, что значительную долю в общем стоке составляет талый сток (около 40%) и подземный сток (около 50%). Оставшаяся доля приходится на дождевой сток.

Наиболее широкое обобщение материалов наблюдений за стоком было произведено при составлении справочника по водным ресурсам, где были проанализированы данные наблюдений по 1967 год включительно. Здесь ряды стока были приведены уже к 38 годам и тем самым существенно уточнены нормы годового, максимального и минимального стока, детально рассмотрен гидрологический и гидрохимические режимы рек всей Камчатки.

По территории Камчатского края среднее годовое количество осадков изменяется в пределах 800–1000 мм (объем 321 км<sup>3</sup>), а средний годовой сток – от 300 до 1000 мм (средний годовой объем стока 245 км<sup>3</sup>) [1]. Только одна р. Камчатка ежегодно выносит в Тихий океан 32,5 км<sup>3</sup> воды. Годовой сток 95%-й обеспеченности р. Камчатки – 28 км<sup>3</sup>. Модуль среднего годового стока изменяется по территории от 8 (р. Толбачек) до 40 л/с км<sup>2</sup> (р. Паратунка). Подземный сток составляет 84 км<sup>3</sup>.

Согласно Л.М. Яковлевой [7], объем речного стока Камчатского края составляет 137 км<sup>3</sup>/год. Удельный сток 820 тыс. м<sup>3</sup>/год с 1 км<sup>2</sup>. Это в 2–3 раза больше, чем в любом регионе Дальнего Востока. Камчатский край по благоприятности условий водопользования делится на северную часть, западную и юго-восточное побережье области, которые имеют средние значения коэффициента естественной зарегулированности стока соответственно 0,75; 0,65 и 0,72 при модуле минимального месячного стока 7,26; 8,69; и 11,2 л/с км<sup>2</sup>, а также модуле базисного стока 15,3; 22,7 и 27,1 л/с км<sup>2</sup>.

Особо опасные явления (ООЯ) на Камчатке часто связаны с наложением дождевых паводков на весеннее половодье. Такие явления наблюдались, например, в 1976 (У1), 1977(VI). 1980 (VI) и 1984 (VII) годах, когда уровни воды на отдельных реках превысили отметку ООЯ. Например, на р. Камчатка (с. Верхне-Камчатск) уровень воды в указанные годы был 725, 688, 712 и 715 см соответ-

ственно. При этом были затоплены поля и населенные пункты, повреждены автодороги, разрушены мосты и переправы. В общем случае ущербы от затопления территорий населённых пунктов и промышленных зон обусловлены площадью и глубиной затопления; для сельскохозяйственных угодий – продолжительностью затопления, так как длительное затопление приводит к повреждению и гибели сельскохозяйственных культур, а затопление в течение месяца и более приводит к трансформации луговых сообществ в сторону болотных форм. Кроме того, происходит ухудшение качества сельхозугодий как в результате смыва почвенного слоя, так и их занесения наносами [3].

На рассматриваемой территории за весь период наблюдений разрушительных наводнений с человеческими жертвами не было. Однако суммарный годовой ущерб от затопления здесь может достигать величины 400 млн рублей [9].

Фактором, ухудшающим условия проживания населения и негативно влияющим на социально-экономическое развитие региона, являются русловые процессы. Опасной является любая руслоформирующая работа рек в пределах речных долин. Самые же опасные проявления могут быть связаны как с естественным развитием русловых процессов, так и с антропогенным вмешательством в русловой режим реки при строительстве различных хозяйственных объектов, разработке полезных ископаемых, рубках леса, сельскохозяйственном и рекреационном использовании ресурсов речных русел и пойм.

Кризисные ситуации, возникающие в результате активизации процесса, отмечались в различные годы в пределах населенных пунктов: п. Усть-Камчатск (окраина поселка), г. Елизово (водозабор), с. Палана, с. Мильково (окраина сел), с. Каменское (аэропорт), а по результатам масштабности действия и затратам защитных мероприятий в отдельные годы эрозионно-русловые процессы здесь приобретали характер стихийных бедствий. Суммарный годовой ущерб от затопления и подтопления территорий, обрушения берегов водотоков может превышать величину в 100 млн рублей. При размывах берегов часто повреждаются либо разрушаются прибрежные строения, дороги и другие коммуникации, в том числе построенные в то время, когда река была далеко от них; подмываются береговые опоры мостов; провисают трубопроводы, дюкеры, кабели, проложенные через реки; утрачиваются плодородные земли и лесные угодья. Аккумуляция наносов в руслах приводит к заиливанию или занесению водозаборов и водовыпусков [3, 9].

Одним из этапов работ, направленных на улучшение состояния водных объектов Камчатского края и достижение для них значений показателей, соответствующих максимальному экологическому потенциалу края, является Схема комплексного использования водных объектов (СКИОВО) для бассейнов р. Камчатка и рек Тихого океана [3]. Стратегические цели и приоритеты направления развития водохозяйственного комплекса изложены в «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года и плане мероприятий по ее реализации». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р. 215 с.

Водоемы Камчатского полуострова в силу биолого-геологических особенностей являются «нерестовым плацдармом» для многих видов морских биоресурсов Охотского моря и Тихого океана, а также исключительным местом обитания некоторых видов гидробионтов, поэтому при строительстве гидротехнических сооружений необходимо учитывать роль рек в воспроизводстве биологических ресурсов Камчатского края. Любое хозяйственное использование нерестовых рек Камчатки приведет к снижению их продуктивно-

сти. При планировании использования водных ресурсов стоит учитывать также экономическую целесообразность таких проектов – население Камчатского края очень мало – 320,5 тыс. человек. Плотность населения составляет 0,7 человека на 1 кв. км, что в 12 раз ниже, чем в целом по России. Таким образом, планируя строительство крупных гидротехнических сооружений, таких, как ГЭС на нерестовых реках Камчатского края, занимающих одно из важнейших мест в рыбном хозяйстве Дальнего Востока и России в целом (удельный вес в уловах России составляет 24%), стоит задаться вопросом, кто будет потреблять новый ресурс.

«Стратегия развития и использования минерально-сырьевой базы Камчатского края на период 2009–2025» предполагает крупномасштабную разработку крупных месторождений золота с ресурсными запасами до 1200 т и обосновывает возможность создания горно-обогатительных комбинатов (ГОК) с мощностью по руде до 10 и более млн тонн. Золоторудные месторождения на Камчатке расположены, как правило, в приводораздельной зоне Срединного хребта, обогатительные комбинаты планируют размещать там же – преимущественно в верховьях упомянутых горных лососевых рек. Высокая сейсмичность, активность склоновых, мерзлотно-солифлюкционных процессов, селелавиноопасность, большая водонасыщенность горных пород, интенсивная миграция подземных вод, большой годовой объем атмосферных осадков – до 2000 и более мм в год и пр. – все это предопределяет риски крупных аварий и интенсивное поступление опасных загрязняющих веществ в реки, прибрежные морские и подземные воды. Как утверждается в многочисленных публикациях по геологии полуострова, на Камчатке практически нет инженерно-геологических условий для безопасного размещения и захоронения отходов горнорудных предприятий. Эти обстоятельства определяют неблагоприятные перспективы в ближайшем будущем для рыбной отрасли Камчатки.

### **Ресурсы морских вод**

Северную часть Пацифики (к северу от 45° с.ш.) относят к субарктической области. Пространство между 40 и 20° с.ш. занимает субтропическая область с обращающимися в антициклоническом круговороте водами. Два гигантских круговорота субарктической и субтропической области разделяет зона Субарктического, или Полярного, фронта, располагающаяся между 40 и 45° с.ш. Субарктическая фронтальная зона имеет исключительно большое значение в экологии разных гидробионтов и функционировании сообществ пелагиали Северной Пацифики. Она характеризуется высокой биологической и рыбопромысловой продуктивностью и является пастбищной зоной тихоокеанских лососей в зимний период, а также местом нагула и воспроизводства многих нектонных субтропических видов [10–12].

Наиболее значимые используемые и перспективные для использования компоненты природно-ресурсного потенциала шельфа Камчатки включают: водно-биологические, углеводородные, приливной энергии, экосистемные ресурсы (поддержание стабильности состава атмосферы, обеспечение циклов питания и др.) [13].

Ведущую роль в экономике региона занимают водные биологические ресурсы.

Основные сырьевые базы рыбной отрасли России сосредоточены в Охотском (37–40%) и Беринговом (24–33%) морях. Крупнейшим промысловым

районом является морская акватория, прилегающая к Камчатской области. Общий допустимый улов (ОДУ) рыбы и морепродуктов на континентальном шельфе Камчатки оценивается в 2,5 – 3 млн т, или более 65% промысловых запасов Дальневосточного региона [14].

Являясь одной из самых продуктивных зон Северной Пацифики и обладая значительными запасами промысловых рыб и беспозвоночных, западнокамчатский шельф достаточно давно стал объектом пристального научного и практического интереса. В Петропавловско-Командорской подзоне (Восточно-Камчатская зона) и с тихоокеанской стороны Северных Курильских островов (Северо-Курильская зона) основными промысловыми объектами являются минтай, треска, камбалы, палтусы, терпуги. Камчатка является основным лососевым регионом Дальнего Востока. В реки Камчатки на нерест заходят все виды тихоокеанских лососей: горбуша, нерка, кижуч, кета, чавыча, сима. Популяция камчатского краба, обитающая у берегов Западной Камчатки, является самой продуктивной по сравнению с другими популяциями северной части Тихого океана [15, 16].

За более чем 80-летнюю историю исследований состав и структура сообщества донных рыб западнокамчатского шельфа изучены достаточно полно. Результаты исследований изложены в работах П.А. Моисеева, А.И. Благодерова, В.П. Шунтова, Л.А. Борец. Большое количество работ В.П. Шунтова, Е.П. Дулепова, И.В. Волвенко, Е.Н. Ильинского, Н.П. Антонова, Н.Л. Асеевой, А.Б. Савина, А.О. Золотова, особенно в последнее время, посвящены многолетним изменениям в структуре ихтиоценов. Однако современные данные о величине запасов в этом районе ограничены 2010 г., а сведения о распределении и размерном составе отдельных видов – преимущественно 2001 г. Современные данные о состоянии запасов рыб на шельфе западного побережья Камчатки изложены в работе Д.А. Терентьева, Е.А. Михайлютина, А.А. Матвеева [15].

В ходе выполнения учетных работ на шельфе западного побережья Камчатки в июле 2012 г. в составе уловов было зарегистрировано 85 видов рыб из 20 семейств. Основу видового разнообразия составляли пять семейств: рогатковых, камбаловых, лисичковых, стихеевых и бельдюговых. По результатам траловой съемки общая численность рыб на участке шельфа у западного побережья Камчатки оценена в 89 583 180 тыс. экз., а общая биомасса – в 3 996 345 т. Среди донных рыб по сравнению с 2011 г. рост учетной биомассы отмечен у ромбовых скатов, наваги, морских окуней и липаровых. Для остальных видов и групп видов зарегистрировано снижение этой величины. Однако в сравнении со средней величиной биомасс донных рыб по результатам съемок 2005–2011 гг. оценки, полученные в 2012 г., можно охарактеризовать как близкие к средне-многолетним. В период 2005, 2007–2012 гг. плотность распределения наиболее массовых промысловых видов на акватории исследований значительно изменялась. Наибольшие значения этой величины для минтая и наваги наблюдались в 2007 г., трески и желтоперой камбалы – в 2008 г., а сахалинской камбалы – в 2011 г. Минимальные значения средней плотности для сахалинской камбалы зарегистрированы в 2009 г., наваги и трески – в 2010 г., минтая – в 2011 г., а желтоперой камбалы – в 2012 г. Значения средних длин рыб в двух рыбопромысловых подзонах также варьировали по годам исследований и лишь в некоторых случаях совпадали [15].



Состояние запасов большинства видов дальневосточных морей можно охарактеризовать как хорошее. Это относится к большинству стад минтая, трески, сельди, наваги, камбал, палтусов, терпугов. Величина запасов морских окуней и шипошеков в настоящее время определяется по экспертным оценкам как находящаяся на низком уровне. К единицам запаса, численность которых далека от оптимального значения, относятся также минтай и сельдь популяций Приморской подзоны, Западно-Сахалинской подзоны, камбалы Восточно-Сахалинской и Западно-Сахалинской подзон и другие. На очень высоком уровне находятся запасы тихоокеанских лососей, по-видимому, в связи с благоприятным сочетанием природных факторов во время морского периода жизни этих проходных рыб [16].

Удовлетворительным считается состояние ресурсов западной части Берингова моря. Величина улова в последние годы не превышает 410 тыс. т, что составляет менее 9% доступной промыслу биомассы водных биоресурсов. Следовательно, имеются значительные резервы для развития рыболовства. Тем не менее, поскольку уже сейчас имеются трудности с освоением рекомендованных объемов традиционных объектов рыболовства, вряд ли следует ожидать увеличения добычи водных биоресурсов западной части Берингова моря в ближайшее время [17].

В депрессивном состоянии находится популяция камчатского краба у Западной Камчатки, а также у Южных Курил и в Приморье, однако с имеющимся трендом на восстановление. Численность синего краба в Западно-Берингоморской зоне остается стабильной. Запасы крабов-стригунов достаточно велики, на фоне снижения рекомендуемых величин изъятия других видов крабоидов вырос интерес к вылову стригунов. Популяция северной креветки находится на стабильно высоком уровне. В 2011 г. промысел северной креветки в Беринговом море не велся, а в Охотском добыто немного более 3 тыс. т. Состояние величины запаса тихоокеанского кальмара определяется только естественными колебаниями с циклом в 20–22 года. В настоящее время величина запаса находится на среднем уровне. Основные запасы трубачей на Дальнем Востоке сконцентрированы в северной части Охотского моря. В 90-е годы запас в этом районе был подорван, в связи с чем действовал временный запрет на промышленный лов трубача. Запас восстановился к 2005 г. После периода экстенсивного промысла морского гребешка у островов Онекотан и Парамушир (Северные Курилы) в 1990-е годы их запас снижался. По некоторым оценкам в это время существовал и нелегальный промысел, по крайней мере, вдвое превышавший легальный. После падения численности наступил период депрессии. Исследования 2011 г. показали значительный рост запаса. В условиях, когда нелегальный промысел отсутствует, а лов ведет ограниченное число пользователей, существуют предпосылки для восстановления рекомендуемого уровня промыслового освоения в 1990-е годы [16].

В Камчатском крае велика угроза конфликта экологических интересов и интересов природопользователей в связи с развитием газовой отрасли края – освоением ресурсов газа на шельфе Западной Камчатки. Предполагаемые ресурсы нефти на шельфе составляют только 2,2% общероссийских запасов, газа – 0,4, конденсата 0,8%, а их освоение поставит под угрозу будущее целой трети рыбного богатства страны [13].

Экономика Камчатки характеризуется ярко выраженной рыбохозяйственной специализацией с экспортной направленностью. Поэтому одной из за-

дач стратегии развития рыбохозяйственной отрасли Камчатского края является восстановление и сохранение ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развитие искусственного воспроизводства и аквакультуры. Сохранение и воспроизводство лососевых пород рыб должно вестись на основе государственной поддержки. Существует реальная потребность создания программы сохранения и оптимизации воспроизводства лососей. Сохранению ресурсно-сырьевой базы будет способствовать глубокая переработка рыбного сырья. Одним из перспективных направлений может явиться развитие производства биологически активных веществ из отходов рыбопродукции. Нельзя допустить освоение нефтегазовых ресурсов шельфа Западной Камчатки – чрезвычайно уязвимой экосистемы, являющейся самым рыбопродуктивным районом России. Еще раз стоит упомянуть, что видовое богатство Западно-Камчатского шельфа является национальным достоянием России. Также необходимо учитывать, что РФ взяла на себя международные обязательства по сохранению лососей в северной части Тихого океана (РФ участвует в деятельности Международной комиссии по анадромным видам рыб северной части Тихого океана (НПАФК)).

### **Проблемы охраны вод**

В ДВФО Камчатский край стоит на третьем месте по объему бытового водопотребления на душу населения – 82 м<sup>3</sup>/чел. В 2014 году население Камчатского края обеспечивалось питьевой водой из 261 источника централизованного водоснабжения, из них с водозаборами из подземных вод – 247 источника и 14 источников составляют поверхностные. Общий водозабор в крае за последние годы сокращался, также сокращались объемы сброса загрязненных вод в поверхностные водные объекты края. Тем не менее состояние водных объектов Камчатского края в местах водопользования населения, используемых для рекреации (II категория), остается неудовлетворительным в санитарно-эпидемиологическом отношении. В 2014 году по сравнению с 2013 годом состояние водных объектов в местах водопользования населения, используемых в качестве питьевого водоснабжения (I категория), улучшилось. В 2014 году из 14 поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения не отвечали санитарным правилам и нормативам 4, из подземных источников – 48. В предыдущие годы пробы воды из поверхностных и подземных источников централизованного питьевого водоснабжения не отвечали санитарным нормам по санитарно-химическим (железо) и микробиологическим показателям (общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, колифаги). Главной причиной загрязнения водных объектов является недостаток очистных сооружений, подводящих канализационных коллекторов, полное отсутствие очистки ливневых стоков, отсутствие зон санитарной охраны [18, 19].

К загрязняющим веществам рек края отнесены нефтепродукты, фенолы, соединения меди, свинца, цинка, кадмия, железо общее, органические вещества по БПК<sub>5</sub> и ХПК, нитриты и азот аммонийный. Так, в 2013 г. службой Росгидромета установлено экстремально высокое загрязнение водотоков нефтепродуктами (июль, август, ноябрь), наиболее высокие концентрации нефтепродуктов были в водах р. Камчатка. В предыдущие годы высокое загрязнение нефтепродуктами зарегистрировано также в реках Анавгай и Авача, ниже Елизово, в реках Б. Воровская и Камчатка в районе Козыревска. В 2011 г. зафиксировано пять случаев превышения ПДК по нефтепродуктам в 35–50 раз – р. Озерная и р.

Паужетка. Загрязнение этих рек нефтепродуктами продолжается уже в течение нескольких лет. Опасная степень загрязнения вод была выявлена у самых крупных рек Камчатки – Камчатка и Авача. При этом необходимо отметить, что данная степень загрязнения является следствием высоких (в отдельно взятом водном объекте) максимальных концентраций азота нитритного, а для р. Камчатка еще и кадмия. На втором месте после азота нитритного и кадмия стоят свинец, нефтепродукты, медь и фенолы [20–25].

В период с 2009 по 2011 для отдельных створов наблюдали рост среднегодовых величин по фенолам, соединениям меди и свинца, железу общему. По данным ФГБУ «Камчатское УГМС», в 2013 году относительно двух предшествующих, значительных изменений в качестве поверхностных вод не произошло. Большая часть территории Камчатского края относится к меденосной внутренней зоне Тихоокеанского рудного пояса, поэтому загрязнение рек этим элементом носит природный характер. Концентрация железа в водах р. Озерная более высокая по отношению к другим водотокам – вдоль береговой полосы реки залегают месторождения цветной глины. Загрязнение рек полуострова некоторыми другими тяжелыми металлами чаще является природным, дополнительным источником могут служить сельскохозяйственные стоки, вулканические породы и геотермальные месторождения. Воды 66% поверхностных пресноводных водоемов края (где проводятся регулярные наблюдения) относятся к категории «загрязненные» [18, 21, 23, 26].

Наиболее загрязненной акваторией Камчатки является Авачинская губа, которая на протяжении многих лет используется для сброса неочищенных стоков Петропавловска, Вилючинска, Елизова и Паратунки. В результате растет опасное микробиологическое загрязнение прибрежных рекреационных акваторий – от 12,8% проб, не отвечающих гигиеническим нормативам в 2009 г., до 50% в 2011 г. В 2013 и 2014 годах доля проб морской воды, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим показателям, составила 48,8 и 44,7% соответственно [21, 23].

Другим источником постоянного загрязнения губы являются места стоянки флота, бесхозные суда, задержанные за браконьерский промысел и конфискованные суда, которые не могут выйти в море. По состоянию на 01.12.2014 г. в Авачинской губе находятся более 68 затопленных (притопленных) кораблей, судов, иных плавсредств и их фрагментов. Ущерб Авачинской губе только от затонувших судов оценивается в сумме 1,67 млрд руб. Третий источник загрязнения губы – утечки нефтепродуктов с судов и берега. Только за 2011 г. в Авачинской бухте зарегистрировано пять разливов нефтепродуктов [6, 16, 19].

Анализ индекса загрязненности (ИЗВ), рассчитываемого ежегодно по основным загрязняющим ингредиентам (нефтепродукты, фенолы, детергенты) и растворенному кислороду, показывает, что за последние 5 лет экологическое состояние Авачинской губы не претерпело значительных изменений, ее воды по-прежнему характеризуются как «загрязненные» [19].

Таким образом, при сохранении в ближайшей перспективе традиционных форм природопользования проблема водоснабжения населения и народного хозяйства будет все более усложняться. В числе первоочередных мер муниципальным образованиям края необходимо осуществить мероприятия по обеспечению режима водоохраных зон в границах поселений и округах санитарной охраны.

Существуют ограничения в использовании водных ресурсов Камчатского края. Хозяйственное освоение рек и углеводородных ресурсов шельфа создает неблагоприятные перспективы для рыбной отрасли и обостряет конфликт интересов участников нефтегазового и рыбопромышленного секторов экономики.

Одной из приоритетных задач стратегии развития рыбохозяйственной отрасли Камчатского края должно являться восстановление и сохранение ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развитие искусственного воспроизводства и аквакультуры.

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 20. Камчатка / под ред. В.И. Здановича. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 258 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 20: Камчатка / под ред. М.Г. Васьковского. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 368 с.
3. Отчет о выполнении работ для государственных нужд. Разработка проекта СКИОВО, включая НДС, бассейна реки Камчатка. – Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2012. – 241 с.
4. Пийп, Б.И. Термальные ключи Камчатки / Б.И. Пийп // Труды СОПС АН СССР. Сер. Камчатская. – 1937. – Вып. 2. – 268 с.
5. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2011 г.: государственный доклад. – М.: Центр «Минерал» ФГУНПП «Аэрогеология», 2012. – 333 с.
6. Ржеусская, В.Г. Камчатский край: особенности регионального природопользования и экологическая ситуация / В.Г. Ржеусская, Л.М. Лесин, А.А. Матвиенко // Экология Камчатки и устойчивое развитие региона: материалы I Всероссийской научно.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–23 окт. 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – С. 234–252. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.kamgu.ru/images/Izdatelstvo/2013\\_/ecology.pdf](http://www.kamgu.ru/images/Izdatelstvo/2013_/ecology.pdf)
7. Яковлева, Л.М. Водные ресурсы Дальнего Востока; оценка на макроуровне. Препринт / АН СССР ДВНЦ ТИГ; Л.М. Яковлева. – Владивосток, 1987. – 46 с.
8. Васьковский, В.Г. Годовой сток рек Камчатки / В.Г. Васьковский // Труды ДВНИГМИ. Вып. 8. Гидрометеиздат. – Л. 1959. – С. 5–31.
9. Региональная целевая программа. Комплексное использование и охрана водных ресурсов Камчатской области / ДП ФГУП ДальНИИВХ. – Владивосток, 2006. – 240 с.
10. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России / В.П. Шунтов. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра, 2001. Т. 1. – 580 с.
11. Христофорова, Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток – Приморье / Н.К. Христофорова. – Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 2005. – 304 с.
12. Шунтов, В.П. Биологические ресурсы дальневосточной российской экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики / В.П. Шунтов, В.И. Радченко, Е.П. Дулепова, О.С. Темных // Изв. ТИНРО. – 1997. Т. 122. – С. 3–15.
13. Ширков, Э.И. Экономическая оценка природного потенциала шельфа Западной Камчатки / Э.И. Ширков, Е.Э. Ширкова, М.Ю. Дьяков. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – 54 с.

14. Киселев, В.Ю. Использование морских биоресурсов (на примере рыбной отрасли Камчатской области) / В.Ю. Киселев // Проблемы прогнозирования. – 2005. – № 6. – С. 76–83.
15. Терентьев, Д.А. Современное состояние запасов, многолетняя динамика распределения и размерной структуры массовых промысловых видов рыб на шельфе западного побережья Камчатки в летний период / Д.А. Терентьев, Е.А. Михалютин, А.А. Матвеев // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2013. – Вып. 30. – С. 5–27.
16. О состоянии и охране окружающей природной среды в Российской Федерации в 2011 году: государственный доклад. – М.: МПР. – 351 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/a76/gosdoklad2011.pdf>.
17. Булатов, О.А. Запасы водных биоресурсов и перспективы отечественного рыболовства / О.А. Булатов, В.А. Бизиков, Н.В. Кловач, В.М. Борисов, С.Ю. Леонтьев, С.Ю. Бражник // Тез. докл. Всерос. конф. «Рыбохозяйственной науке России – 130 лет». – М.: ВНИРО, 2011. – С. 27 – 28.
18. Об экологической ситуации в Камчатском крае в 2011 году: доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 61 с.
19. Об экологической ситуации в Камчатском крае 2014 г.: доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – 328 с.
20. Об аварийном, экстремально высоком и высоком загрязнении окружающей среды, а также радиационной обстановке на территории России в июле 2013 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/99/?year=2013&ID=99>
21. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Камчатском крае в 2011 году: государственный доклад / Роспотребнадзор по Камчатскому краю. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 321 с.
22. Севостьянов, В.Ф. Региональная экологическая политика. Камчатский край / В.Ф. Севостьянов. – М.: Партия «Яблоко – зеленая Россия», 2013. – 32 с.
23. О состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2010 году: доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 234 с.
24. Отчет о выполнении работ для государственных нужд. Разработка проекта СКИОВО, включая НДС, бассейна реки Камчатка. – Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2012. – 241 с.
25. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации (по Камчатскому краю) в 2012 году: государственный доклад. – Петропавловск-Камчатский: Роспотребнадзор по Камчатскому краю, 2013. – 321 с.
26. О состоянии и охране окружающей природной среды в Российской Федерации в 2010 году: государственный доклад. – М.: МПР, 2011. – 571 с.

## 2.4. Проблемы загрязнения городских водотоков

**Т.С. Вшивкова**

### 2.4. Problems of urban streams pollution

**T.S. Vshivkova**

*Pollution of surface water – one of the most important problems of our days, especially difficult situation develops in the cities and other densely populated territories. In Russia the situation is worsened because rivers as a matter of fact have no real owner. Dissociation of the regional and federal controlling structures doesn't promote a solution of the problem. Radical reorganization of the Russian monitoring system and monitoring of fresh-water resources is required. While «top managers» are still thinking «how to manage» rivers and streams, functions of river monitoring, at least, of streams located in large settlements, can assume the public, carrying out an assessment of water quality under the leadership of the scientists and experts in area of freshwater ecology. Examples from experience of the Scientific and public co-ordination center «Water of life» and the International center of environmental monitoring of environment of BPI DVO Russian Academy of Sciences are given. Creation of alternative system of monitoring and control, especially based on constant participation of public, especially youth, will help to solve the problem of preserving of freshwater resources.*

#### **Введение**

Загрязнение малых рек, расположенных в урбанистических районах и принимающих в себя основные объемы сбрасываемых сточных вод, с каждым годом усугубляется. Малые реки как наиболее хрупкие водные экосистемы очень быстро реагируют на антропогенное воздействие и наиболее ярко демонстрируют результаты этого воздействия, превращаясь в городах и густонаселенных пунктах в «открытые» канализационные проводники бытовых и техногенных стоков, мусора, поступающего как напрямую с побережий, так и из ливневых систем и из других многочисленных неконтролируемых источников загрязнения. При фактическом отсутствии государственного контроля за состоянием малых водотоков и неэффективной очистке промышленных и бытовых стоков положение становится катастрофическим.

В ближайшее время нет надежды, что проблема будет решена «сверху». Надзорные органы, основываясь на недостаточно разработанных положениях Водного кодекса и законы, разделяющие полномочия федеральных и региональных контролирующих органов, не способны разрешить создающуюся ситуацию. Большие трудности вызывает и отношение к малым водным объектам вообще, так как они фактически не попадают в сферу объектов государственной защиты. По поводу жалоб общественности на их загрязнения обычно следуют отписки, что данные водные объекты не внесены в соответствующие кадастры, не отмечены на картах – как бы не существуют. Предоставленные органам надзора даже хорошо обоснованные материалы общественных экспертиз с указанием координат, фотографий, результатов анализов качества вод, свидетельств населения об экологических нарушениях малых водных объектов во внимание не берутся [1].

Приходится признать, что проблема малых водотоков, стоящая особенно остро в городах и других населенных пунктах, вряд ли в ближайшее время будет решена «сверху», то есть на государственном уровне. Поэтому для её решения следует искать другой, альтернативный, путь.

#### **Альтернативные пути решения проблемы загрязнения малых водотоков**

Как видим, основной проблемой, препятствующей решению вопроса, является несовершенство:

- 1) российского водного законодательства, затрудняющее решение проблемы загрязнения поверхностных вод на региональном уровне;
- 2) системы контроля за состоянием малых водных объектов, которые фактически вынесены из сферы внимания надзорных органов;
- 3) российской системы мониторинга поверхностных вод.

В нашей стране, как известно, «спасение утопающих – дело рук самих утопающих». Поэтому, чтобы сдвинуть с мертвой точки эту ситуацию и побудить чиновников к изменениям, общественности следует предпринять активные действия «снизу». Для этого необходимо:

- 1) на уровне общественных организаций (общественных экспертных советов, экологических организаций, научных сообществ и т.д.) настойчиво добиваться принятия новых регламентов и законов, чётко объясняющих, **кто** из надзорных органов должен отвечать за состояние водных объектов в регионах, исключив возможность перекладывания ответственности региональных и федеральных служб друг на друга;

- 2) требовать разработки новых положений законодательства, закрепляющих ответственность **конкретных** надзорных органов за экологическим состоянием водных объектов, в том числе **малых водных объектов** (как правило, не внесённых в водные кадастры);

- 3) призвать общественные экологические организации, работающие в области охраны пресных вод, **заняться общественной паспортизацией** малых водных объектов и провести широкие исследования по оценке их экологического состояния;

- 4) привлечь общественные экологические организации и соответствующие научные институты к организации **общественного экологического мониторинга** пресноводных ресурсов на основе использования простых, дешёвых и адекватных методов современного биоассессмента;

- 5) потребовать проведения модернизации системы российского мониторинга пресноводных ресурсов, включив в спектр наблюдений современные технологии биоассессмента, уже давно используемые за рубежом;

- 6) обратиться к российскому научному сообществу с предложениями разработать регламентирующие документы (протоколы) пресноводного биомониторинга (с адаптацией их к условиям регионов и региональным биотам);

- 7) создать систему общественного мониторинга водных объектов; для этого при соответствующих научных институтах и ведомствах – создать центры по обучению общественных экспертов технологиям современного биоассессмента.

### **Водные беспозвоночные как инструмент общественного мониторинга пресных вод**

Возможно ли на самом деле создание системы общественного мониторинга пресноводных ресурсов в российских условиях? Опыт ученых-гидробиологов Биолого-почвенного института ДВО РАН, которые с 2003 года занимаются созданием такой альтернативной системы на юге Дальневосточного региона, показывает, что это возможно. Главными помощниками в этом являются сами «жители пресных вод» – гидробионты из группы макрозообентоса, тонко реагирующие на загрязнения воды и вследствие этого используемые как инструменты по оценке качества вод. В силу довольно крупных размеров и характерного облика эти организмы легко распознаются в природе и при соответствующем обучении могут использоваться непрофессионалами при проведении экспресс-оценки состояния водных объектов.

Способность водных беспозвоночных служить индикатором экологического состояния пресных вод была оценена исследователями ещё в начале XIX века. С 80-х годов прошлого столетия методы биологической индикации пресных вод с использованием организмов макрозообентоса прочно вошли в практику государственного мониторинга многих стран, а также стали использоваться активной общественностью для проведения независимого контроля окружающей среды [2]. В России методы биологической оценки практически не используются в государственном пресноводном мониторинге, а интерес общественности к ним пока остается на уровне «детских» игр, в которые вовлекаются любознательные школьники под руководством прогрессивных учителей дополнительного образования.

В 2003 году на базе Биолого-почвенного института ДВО РАН сотрудниками лаборатории пресноводной гидробиологии БПИ ДВО РАН был создан Научно-общественный координационный центр «Живая вода», целью которого стало создание сети общественных экологических агентств (ОЭА), способных осуществлять общественный мониторинг пресных вод на основе простых методов биоиндикации [2]. В течение десятилетия было создано около 60 ОЭА, а количество проведенных экспертиз превысило сотню. Таким образом, была продемонстрирована возможность использовать общественный ресурс для реальной помощи государству, по крайней мере в области охраны пресных вод. При соответствующем внимании со стороны государства и поддержке, прежде всего, от Министерства природных ресурсов РФ и Федерального агентства водных ресурсов (Росводресурсы), данная инициатива могла бы стать реальной основой для создания альтернативной структуры по контролю и мониторингу малых водных объектов, особенно в городах и других населенных пунктах.

Примером грамотного общественного участия по оценке качества пресных вод может служить общественная экспертиза ключа Лозового (приток реки Партизанской), проведенная после катастрофического прорыва золоохранилища Партизанской ГРЭС, произошедшего в результате сильных ливней во второй половине мая 2005 года [3]. Учёные и подготовленные общественные эксперты (учёные, студенты, старшеклассники и учителя средних школ Партизанска), выехав в район катастрофы, отобрали пробы на химико-микробиологический анализ и провели отборы бентосных проб. Химические и микробиологические пробы были переданы для обработки в лицензированные государственные лаборатории, а разборка, определение и анализ бентосных проб проводился на базе



НОКЦ «Живая вода» (БПИ ДВО РАН) школьниками под руководством учёных-гидробиологов. В результате были подготовлены акт натурного обследования и протокол общественной экспертизы. К ним приложены данные химико-микробиологических анализов и биологической оценки состояния донных сообществ, а также фотоматериалы, подтверждающие факт экологического нарушения. Перечисленные материалы были переданы в Департамент экологии и природных ресурсов Приморского края и соответствующие надзорные органы. Полученные результаты опубликованы в научном сборнике, в число авторов вошли студенты и школьные учителя [3].

Позже в Администрации края на заседании комиссии по проблеме прорыва золоотвала Партизанской ГРЭС выяснилось, что наиболее полный, независимый и хорошо документированный отчёт о партизанской катастрофе был представлен только общественной организацией; государственные же органы надзора ограничились односторонней оценкой, не осветившей в полном объеме всю серьезность произошедшего.

Тогда, в 2005 г., учёными и общественными экспертами для анализа изменений, прошедших в водотоках в результате катастрофического выброса золы, в дополнение к традиционным химико-микробиологическим показателям были использованы структурные характеристики бентосных сообществ, убедительно продемонстрировавшие высокую степень экологических нарушений, приведших к полной элиминации водных беспозвоночных в районе катастрофы. Тогда же впервые в России был использован показатель *Family Biotic Index (FBI)*, основанный на толерантных свойствах семейств водных беспозвоночных [4].

Индекс *FBI* рассчитывается следующим образом:

$$FBI = \sum \frac{[x_i \times t_i]}{n},$$

где  $x_i$  – количество экземпляров ( $x$ ) в отдельном семействе ( $i$ ),  $t_i$  – толерантное значение  $i$ -го семейства,  $n$  – общее число организмов в пробе.

Таблица толерантных значений (табл. 1) составлена на основе разработок Хилсенхова [5] и Лената [4] и модифицирована автором с учётом дальневосточной биоты.

Таблица 1

**Толерантные значения для расчета индекса FBI (Family Biotic Index)  
(по Hilsenhoff, 1988; Lenat, 1994, с авторской модификацией к условиям  
региональной биоты)**

| Таксон                                    | Функционально-трофическая группа | Толерантное значение |
|---|----------------------------------|----------------------|
| 1   | 2                                | 34                   |
| <b>Класс СКРЫТОЧЕЛЮСТНЫЕ – ENTOGNATHA</b> |                                  |                      |
| Подкласс Ногохвостки – Collembola         | c-g                              | 5                    |
| <b>Класс НАСЕКОМЫЕ – INSECTA</b>          |                                  |                      |
| <b>Отряд ПОДЁНКИ – EPHEMEROPTERA</b>      |                                  |                      |
| Acanthametropodidae                       | prd, c-g                         | ?                    |

Продолжение табл. 1

| 1                                  | 2        | 3   |
|------------------------------------|----------|-----|
| Ameletidae                         | c-g      | 0   |
| Ametropodidae                      | prd/c-g  | ?   |
| Baetidae ( <i>Baetis</i> )         | c-g      | 5   |
| Baetidae ( <i>Centroptilum</i> )   | c-g      | 3   |
| Behningiidae                       | c-f      | 4   |
| Caenidae                           | c-g      | 7   |
| Ephemerellidae ( <i>Drunella</i> ) | c-g      | 0   |
| Ephemerellidae                     | c-g/scr  | 1   |
| Ephemeridae                        | c-g      | 4   |
| Heptageniidae ( <i>Epeorus</i> )   | scr      | 0   |
| Heptageniidae                      | scr      | 4   |
| Isonychiidae                       | c-f      | 2   |
| Leptophlebiidae                    | c-g      | 2   |
| Metretopodidae                     | prd, c-g | 2   |
| Neophemeridae                      | c-f      | 2   |
| Oligoneuriidae                     | c-f      | 2   |
| Palingeniidae                      | c-f      | 2   |
| Polymitarcyidae                    | c-f      | 2   |
| Potamanthidae                      | c-g, c-f | 4   |
| Siphonuridae                       | c-g      | 5-7 |
| <b>Отряд ВЕСНЯНКИ – PLECOPTERA</b> |          |     |
| Capniidae                          | shr      | 1   |
| Chloroperlidae                     | prd/c-g  | 1   |
| Leuctridae                         | shr      | 0   |
| Nemouridae                         | shr      | 2   |
| Perlidae                           | prd      | 1   |
| Perlodidae                         | prd      | 2   |
| Pteronarcyidae                     | shr      | 0   |
| Taeniopterygidae                   | shr      | 2   |
| <b>Отряд СТРЕКОЗЫ – ODONATA</b>    |          |     |
| Aeshnidae                          | prd      | 3   |
| Calopterygidae                     | prd      | 5   |
| Coenagrionidae                     | prd      | 9   |
| Cordulegastridae                   | prd      | 3   |

Продолжение табл. 1

| 1   | 2             | 3   |
|---|---------------|-----|
| Corduliidae                                     | prd           | 4-5 |
| Gomphidae                                       | prd           | 1   |
| Lestidae  | prd           | 9   |
| Libellulidae                                    | prd           | 9   |
| Macromiidae                                     | prd           | 3   |
| <b>Отряд ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ –<br/>HETEROPTERA</b> |               |     |
| Aphelocheiridae                                 | prd           | 1   |
| Belostomatidae                                  | prd           | 8   |
| Corixidae                                       | prd           | 5-8 |
| Naucoridae                                      | prd           | 5   |
| Nepidae   | prd           | 8   |
| Veliidae  | prd           | 6   |
| <b>Отряд РУЧЕЙНИКИ – TRICHOPTERA</b>            |               |     |
| Apataniidae                                     | scr           | 2   |
| Arctopsychidae                                  | c-f           | 2   |
| Brachycentridae                                 | shr/c-f       | 1   |
| Calamoceratidae                                 | shr           | 3   |
| Dipseudopsidae                                  | c-f           | 5   |
| Ecnomidae                                       | prd, c-g      | 6   |
| Glossosomatidae                                 | scr           | 0   |
| Goeridae  | scr           | 1   |
| Helicopsychidae                                 | scr           | 3   |
| Hydrobiosidae                                   | prd           | 0   |
| Hydropsychidae                                  | c-f           | 4-5 |
| Hydroptilidae (other)                           | scr/shr/c-g   | 4   |
| Lepidostomatidae                                | shr           | 1   |
| Leptoceridae                                    | c-g/shr/prd   | 4   |
| Limnephilidae sensu stricto                     | shr           | 4   |
| Limnephilidae<br>Dicosmoecinae                  | c-g, scr, prd | 3   |
| Molannidae                                      | scr/c-g       | 4-6 |
| Odontoceridae                                   | scr           | 0   |
| Philopotamidae                                  | c-f           | 3   |
| Phryganeidae                                    | shr/prd       | 4   |

Продолжение табл. 1

| 1   | 2               | 3   |
|---|-----------------|-----|
| Phryganopsychidae                             | shr             | 3   |
| Polycentropodidae                             | c-f/prd         | 6   |
| Psychomyiidae                                 | c-g             | 2   |
| Rhyacophilidae                                | prd             | 0   |
| Sericostomatidae                              | shr             | 3   |
| Stenopsychidae                                | c-f             | 1   |
| Thremmatidae                                  | scr             | 3   |
| Uenoidae                                      | scr             | 3   |
| <b>Отряд ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ –<br/>LEPIDOPTERA</b>    |                 |     |
| Pyralidae or Crambidae                        | shr             | 5   |
| <b>Отряд БОЛЬШЕКРЫЛЫЕ –<br/>MEGALOPTERA</b>   |                 |     |
| Corydalidae                                   | prd             | 0   |
| Sialidae                                      | prd             | 4   |
| <b>Отряд ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ –<br/>LEPIDOPTERA</b>    |                 |     |
| Pyralidae                                     | shr/scr         | 4   |
| <b>Отряд ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ –<br/>COLEOPTERA</b>    |                 |     |
| Curculionidae                                 | shr             | 5   |
| Dryopidae                                     | scr             | 5   |
| Dytiscidae                                    | prd             | 5   |
| Elmidae                                       | scr/c-g         | 2-4 |
| Gyrinidae                                     | prd             | 4   |
| Halplidae                                     | shr             | 5-7 |
| Hydrophilidae                                 | c-g/prd/shr     | 5   |
| Hydraenidae                                   | c-g             | 5   |
| Psephenidae                                   | scr             | 4   |
| Scirtidae                                     | scr             | 5   |
| Staphilinidae                                 | prd,c-g, Shr)   | 8   |
| <b>Отряд СЕТЧАТОКРЫЛЫЕ –<br/>NEUROPTERA</b>   |                 |     |
| Sisyridae                                     | prd             | 5   |
| <b>Отряд ДВУКРЫЛЫЕ – DIPTERA</b>              |                 |     |
| Athericidae                                   | prd             | 2   |
| Blephariceridae                               | scr             | 0   |
| Ceratopogonidae                               | prd             | 6   |
| Chaoboridae                                   | prd             | 8   |
| <b>Chironomidae:</b>                          |                 |     |
| Chironomidae (красные) ( <i>Chironomini</i> ) | c-g/scr/c-f/prd | 8   |

Продолжение табл. 1

| 1                                      | 2                   | 3        |
|--|---------------------|----------|
| Tanypodinae                            | prd                 | 7        |
| Podonominae                            | c-g                 | 1        |
| Diamesinae                             | c-g                 | 2        |
| Orthoclaadiinae                        | c-g/shr/prd         | 6        |
| Chironominae                           | c-g/prd/shr/c-f/scr | 6        |
| Culicidae                              | c-g/c-f             | 8        |
| Cylindrotomidae                        | shr                 | ?        |
| Deuterophlebiidae                      | scr                 | 0        |
| Dixidae                                | c-g                 | 1-2      |
| Dolichopodidae                         | prd                 | 4        |
| Empididae                              | prd                 | 6        |
| Ephydriidae                            | c-g/shr/scr/prd     | 6        |
| Limoniidae and Pediciidae              | shr/prd/c-g         | 3        |
| Muscidae                               | prd                 | 6        |
| Psychodidae                            | c-g                 | 10       |
| Ptychopteridae                         | c-g                 | 7        |
| Scathophagidae                         | shr                 | 6        |
| Sciomyzidae                            | prd                 | 6        |
| Simuliidae                             | c-f                 | 5-6      |
| Stratiomyidae                          | c-g                 | 8        |
| Syrphidae                              | c-g                 | 10       |
| Tabanidae                              | prd                 | 6        |
| Tipulidae                              | c-g/prd/shr         | 3        |
| <b>Класс ПАУКООБРАЗНЫЕ – ARACHNIDA</b> |                     |          |
| <b>Отряд КЛЕЩИ – ACARIFORMES</b>       |                     |          |
| Hygrobatidae                           | prd                 | 8        |
| Sperchonidae                           | prd                 | 5        |
| Torrenticolidae                        | prd                 | 5        |
| <b>Подтип РАКООБРАЗНЫЕ – CRUSTACEA</b> |                     |          |
| <b>Отряд РАВНОНОГИЕ – ISOPODA</b>      |                     |          |
| Anthuridae                             | c-g                 | 5        |
| Idoteidae                              | c-g                 | 5        |
| Asellidae                              | c-g                 | 8        |
| <b>Отряд БОКОПЛАВЫ – AMPHIPODA</b>     |                     |          |
| Crangonyctidae                         | c-g                 | 4        |
| Gammaridae                             | c-g                 | 4        |
| Talitridae/Hyalellidae                 | c-g                 | 8        |
| <b>Отряд ДЕСЯТИНОГИЕ – DECAPODA</b>    |                     | <b>5</b> |
| Cambaridae                             | sh/ c-g             | 5        |

Продолжение табл. 1

| 1  | 2          | 3        |
|--|------------|----------|
| <b>Тип МОЛЛЮСКИ – MOLLUSCA</b>                   |            |          |
| <b>Класс БРЮХОНОГИЕ – GASTROPODA</b>             | <b>scr</b> | <b>7</b> |
| <b>Подкласс ГРЕБНЕЖАБЕРНЫЕ – PECTINIBRANCHIA</b> |            |          |
| Bellamyidae                                      | scr        | 6        |
| Bithyniidae                                      | scr        | 7        |
| Pleuroceridae ( <i>Juginae</i> )                 | scr        | 8        |
| Valvatidae                                       | scr        | 6        |
| <b>Подкласс ЛЕГОЧНЫЕ – PULMONATA</b>             |            |          |
| Acroloxidae                                      | scr        | 5        |
| Lymnaeidae                                       | scr        | 6-8      |
| Physidae   | scr        | 8        |
| Bulinidae ( <i>Culminella</i> )                  | scr        | 5        |
| Planorbidae                                      | scr        | 6        |
| <b>Класс ДВУСТВОРЧАТЫЕ – BIVALVIA</b>            | <b>c-f</b> | <b>8</b> |
| Corbiculidae                                     | c-f        | 10       |
| Euglesidae                                       | c-f        | 7        |
| Margaritiferidae                                 | c-f        | 4        |
| Pisidiidae                                       | c-g        | 8        |
| Sphaeriidae                                      | c-f        | 6-8      |
| Unionidae  | c-f        | 6        |
| <b>Тип КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ – ANNELIDA</b>            |            |          |
| <b>Класс OLIGОСЧАЕТА</b>                         |            | <b>8</b> |
| Harpotaxida                                      | prd        | 5        |
| Lumbricidae                                      | c-g        | 8        |
| Lumbriculidae                                    | c-g        | 8        |
| Enchytraeidae                                    | c-g        | 10       |
| Tubificidae                                      | c-g        | 10       |
| Naididae   | c-g/prd    | 8        |
| <b>Класс ПИЯВКИ – HIRUDINEA</b>                  |            |          |
| Bdellidae  | par/prd    | 10       |
| Glossiphoniidae ( <i>Helobdella</i> )            | par/prd    | 6        |
| <b>Другие Glossiphoniidae</b>                    | <b>prd</b> | <b>8</b> |
| <b>Класс БРАНХЕОБДЕЛЛИДЫ – BRANCHIOBDELLIDA</b>  |            |          |
| Branchiobdellidae                                | c-g        | 5        |

Окончание табл. 1

| 1                                      | 2   | 3 |
|--|-----|---|
| Тип ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ –<br>PLATYHELMINTHES |     |   |
| Класс РЕСНИЧНЫЕ ЧЕРВИ –<br>TURBELLARIA |     |   |
| Planariidae                            | prd | 4 |
| Тип КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ –<br>COELENTERATA |     |   |
| Hydridae                               | prd | 5 |

Примечание. Расшифровка кодировки трофических групп – в тексте

Предложенный индекс *FB* основан на толерантных свойствах семейств; исследования по изучению толерантных свойств на уровне родов и видов, которые более точно помогают оценить уровень загрязнений, находятся в разработке.

Значения индекса *FB* могут колебаться от 0 до 10; верхние показатели шкалы толерантности 0–4 характеризуют очень чистые воды, нижние значения – 7–10 (очень грязные) (табл. 2). Следует иметь в виду, что индекс *FB* необходимо применять с учётом типа водотока – для горных участков, предгорных и равнинных полученные значения индекса корректируются с помощью табл. 2: для горных участков он будет ниже, для равнинных – выше [4].

Таблица 2

**Категории качества по индексу *FBI* в применении к водотокам  
различного типа**

| Категории качества                | Индекс <i>FBI</i>                   |                                     |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                   | Горные водотоки                     | Предгорные водотоки                 | Равнинные водотоки/устьевые участки |
| Очень хорошее<br>5<br>4.6         | <4,00<br>4,00–4,04                  | <5,14<br>5,14–5,18                  | <5,42<br>5,42–5,46                  |
| Хорошее<br>4.4<br>4.0<br>3.6      | 4,05–4,09<br>4,10–4,83<br>4,84–4,88 | 5,19–5,23<br>5,24–5,73<br>5,74–5,78 | 5,47–5,51<br>5,62–6,00<br>6,01–6,05 |
| Посредственное<br>3.4<br>3<br>2.6 | 4,89–4,93<br>4,94–5,69<br>5,70–5,74 | 5,79–5,83<br>5,84–6,43<br>6,44–6,48 | 6,06–6,10<br>6,11–6,67<br>6,68–6,72 |
| Плохое<br>2.4<br>2<br>1.6         | 5,75–5,79<br>5,80–6,95<br>6,96–7,00 | 6,49–6,53<br>6,54–7,43<br>7,44–7,48 | 6,73–6,77<br>6,78–7,68<br>7,69–7,73 |
| Очень плохое<br>1.4<br>1          | >7,01–7,05<br>>7,05                 | >7,49–7,53<br>>7,53                 | >7,74–7,79<br>>7,79                 |

Мы рекомендуем использовать Family Biotic Index при проведении общественного экспресс-мониторинга малых водотоков, так как определение гидробионтов до групп и семейств не составляет большого труда, а формула расчёта проста. Family Biotic Index хорошо коррелирует с данными химико-микробиологического анализа и поэтому может использоваться для предварительных оценок качества водотоков, существенно удешевляя программы мониторинга за счет сокращения дорогостоящих процедур химико-микробиологического анализа.

Кроме того, общественные эксперты могут с успехом использовать другие несложные показатели: общее количество таксонов (Total Taxa Richness), количество таксонов ЕРТ (ЕРТ Taxa Richness), число организмов ЕРТ (ЕРТ Abundance) и другие [3]. Рекомендуется применять и показатели, основанные на структуре донных сообществ – таксономической и трофической (в расчетах используются данные по численности беспозвоночных). Данные по принадлежности семейств к определенным функционально-трофическим группам (ФТГ) приведены в табл. 2; кодировка ФТГ: prd (predators) – хищники, c-f (collector-filterers) – коллекторы-фильтраторы, c-g (collector-gatherers) – коллекторы-сборщики, scr (scrapers) – соскребатели, shr (shredders) – измельчители (shredders). Более подробно о методах отбора и анализа проб, идентификации организмов и общей организации мониторинга на водотоках будет изложено в работе Т.С. Вшивковой «Биомониторинг пресных вод (руководство по общественному контролю за экологическим состоянием пресных вод в районах ООПТ и на сопредельных территориях)».

---

1. Вшивкова, Т.С. Проблемы охраны поверхностных вод в Приморском крае: что делать? / Т.С. Вшивкова, В.А. Раков // Природа без границ: IX Междунар. экологический форум (29–30 октября 2015, Владивосток): сб. итоговых материалов: в 2 ч. Ч. 2 / отв. ред. Т.С. Вшивкова, С.С. Соловьев, Н.А. Овчинникова, В.Е. Ким. – Владивосток: ДВФУ, 2015. – 254 с.

2. Morse, J.C. Freshwater biomonitoring with macroinvertebrates in East Asia / J.C. Morse, Y.J. Bae, G. Munkhjargal, N. Sangpradub, K. Tanida, T.S. Vshivkova, B. Wang, L. Yang, C.M. Yule // *Frontiers in Ecology and the Environment*. – 2007. – Vol. 5. Issue 1. – P. 25–43.

3. Вшивкова, Т.С. Оценка влияния Партизанской ГРЭС на экологическое состояние р. Партизанская и р. Ключ Лозовый / Т.С. Вшивкова, М.В. Омельченко, Е.В. Бурухина, Л.П. Самчинская, Е.К. Сибирская // Чтения памяти проф. Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток, 2005. Вып. 3. – С. 139–155.

4. Lenat, D.R. Using Aquatic Insects to Monitor Water Quality / D.R. Lenat; ed. J.C.Morse, L. Yang, L.Tian // *Aquatic Insects of China useful for monitoring water quality*. – 1994. – 570 p.

5. Hilsenhoff, W.L. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index / Hilsenhoff, W.L. // *J. North Amer. Benthological Society*. – 1988. – V. 7. – P. 65–68.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

- Бойцова** Татьяна Марьяновна – доктор технических наук, профессор, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (*г. Владивосток*)
- Боярова** Маргарита Дмитриевна – кандидат биологических наук, Дальневосточный федеральный университет (*г. Владивосток*)
- Бурдуковский** Максим Леонидович – кандидат биологических наук, Биолого-почвенный институт ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Вшивкова** Татьяна Сергеевна – PhD, Биолого-почвенный институт ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Голов** Владимир Иванович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Биолого-почвенный институт ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Гордиенко** Павел Сергеевич – доктор технических наук, профессор, Институт химии ДВО РАН, Владивостокский университет экономики и сервиса (*г. Владивосток*)
- Горохова** Светлана Валентиновна – кандидат биологических наук, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*)
- Гриванов** Игорь Юрьевич – кандидат географических наук, доцент, Владивостокский университет экономики и сервиса (*г. Владивосток*)
- Журавлева** Светлана Валерьевна – кандидат биологических наук, Дальневосточный федеральный университет (*г. Владивосток*)
- Земнухова** Людмила Алексеевна – доктор химических наук, профессор, Институт химии ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Зориков** Петр Семенович – доктор биологических наук, профессор, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*)
- Зорикова** Ольга Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент, Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы», Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Владивостокский университет экономики и сервиса (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*), (*г. Владивосток*)

- Зубахо** Евгений Геннадьевич – аспирант, Дальневосточный федеральный университет (*г. Владивосток*)
- Иваненко** Наталья Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, Владивостокский университет экономики и сервиса (*г. Владивосток*)
- Кадоно** Ацунобу – PhD, Университет окружающей среды Тоттори (*Япония*)
- Кику** Денис Павлович – кандидат биологических наук, Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр) (*г. Владивосток*)
- Ковековдова** Лидия Тихоновна – доктор биологических наук, профессор Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр) (*г. Владивосток*)
- Колдаев** Владимир Михайлович – доктор биологических наук, профессор, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*)
- Кузнецова** Инна Владимировна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт Геологии и Природопользования ДВО РАН (*г. Благовещенск*)
- Лукьянова** Ольга Николаевна – доктор биологических наук, Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр), Дальневосточный федеральный университет (*г. Владивосток*)
- Лящевская** Марина Сергеевна – кандидат биологических наук, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Макаренко** Наталья Викторовна – кандидат химических наук, Институт химии ДВО РАН (*г. Владивосток*)
- Максимов** Михаил Викторович – магистрант, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (*г. Владивосток*)
- Маняхин** Артем Юрьевич – кандидат биологических наук, Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы», Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Владивостокский университет экономики и сервиса РАН (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*)
- Моисеенко** Лариса Игнатьевна – кандидат биологических наук, Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы», Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Владивостокский университет экономики и сервиса РАН (*с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ*)
- Моисеенко** Наталья Валентиновна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт Геологии и Природопользования ДВО РАН (*г. Благовещенск*)

- Полещук** Владимир Александрович – кандидат биологических наук, доцент, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ)
- Пшеничников** Борис Федорович – доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)
- Пшеничникова** Нина Федоровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (г. Владивосток)
- Тарасова** Елена Валерьевна – кандидат географических наук, доцент, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (г. Владивосток)
- Титова** Марина Сергеевна – кандидат биологических наук, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (с. Горнотаежное, Уссурийский городской округ)
- Федорищева** Галина Алексеевна, Институт химии ДВО РАН, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (г. Владивосток)
- Холомейдик** Анна Николаевна, Институт химии ДВО РАН (г. Владивосток)
- Христофорова** Надежда Константиновна – доктор биологических наук, профессор, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)
- Цыганков** Василий Юрьевич – кандидат биологических наук, Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)
- Шабалин** Илья Александрович аспирант, Институт химии ДВО РАН (г. Владивосток)
- Якименко** Людмила Владимировна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (г. Владивосток)
- Ярусова** Софья Борисовна – кандидат химических наук, Институт химии ДВО РАН, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (г. Владивосток)

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

---

- Anna N. **Kholomeiydik**, Institute of Chemistry, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Artem Yu. **Manyakhin**, PhD, Biology, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov FEB RAS – Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Boris F. **Pshenichnikov**, Dr. Sci, Biology, Professor, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Denis P. **Kiku**, PhD, Biology, Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre) (*Vladivostok*)
- Elena V. **Tarasova**, PhD, Geography, Vladivostok State University Economics, and Service (*Vladivostok*)
- Evgeny G. **Zubakho**, postgraduate student, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Galina A. **Fedorishcheva**, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok State University Economics, and Service (*Vladivostok*)
- Inna V. **Kuznetsova**, PhD, Geology-mineralogy, senior researcher, Institute of Geology and Nature Management of FEB RAS (*Blagoveshchensk*)
- Igor Yu. **Grivanov**, PhD, Geography, Vladivostok State University Economics, and Service (*Vladivostok*)
- Ilya A. **Shabalin**, postgraduate student, Institute of Chemistry, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Larisa I. **Moiseenko**, PhD, Biology, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov FEB RAS – Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Lidiya T. **Kovekovdova**, Dr. Sci, Biology, senior researcher, Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre) (*Vladivostok*)
- Lyudmila A. **Zemnukhova**, Dr. Sci, Chemistry, Professor, Institute of Chemistry, FEB RAS, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Lyudmila V. **Yakimenko**, Dr. Sci, Biology, senior researcher, Vladivostok State University Economics, and Service (*Vladivostok*)
- Margarita D. **Boyarova**, PhD, Biology, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)

- Marina S. **Lyashchevskaya**, PhD, Biology, Pacific Institute of Geography, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Marina S. **Titova**, PhD, Biology, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov FEB RAS (*Ussuriysk city district, Gornotaeznoe*)
- Maxim L. **Burdukovskii**, PhD, Biology, Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Mikhail V. **Maksimov**, graduate student, Vladivostok State University Economics, and Service (*Vladivostok*)
- Nadezda K. **Khristophorova**, Dr. Sci, Biology, Professor, Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Natalya V. **Ivanenko**, PhD, Biology, senior researcher, Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Natalya V. **Makarenko**, PhD, Chemistry, Institute of Chemistry, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Natalya V. **Moiseenko**, PhD, Geology-mineralogy, senior researcher, Institute of Geology and Nature Management of FEB RAS, (*Blagoveshchensk*)
- Nina F. **Pshenichnikova**, PhD, Biology, senior researcher, Pacific Institute of Geography, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Olga G. **Zorikova**, PhD, Biology, senior researcher, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov FEB RAS – Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Olga N. **Lukyanova**, Dr. Sci, Biology, Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre), Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Pavel S. **Gordienko**, Dr. Sci, Technical sciences, Professor, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Petr S. **Zorikov**, Dr. Sci, Biology, Professor, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov FEB RAS (*Ussuriysk city district, Gornotaeznoe*)
- Sofia B. **Yarusova**, PhD, Chemistry, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Svetlana V **Zhuravleva**, PhD, Biology, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Svetlana V. **Gorokhova**, PhD, Biology, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov, FEB RAS (*Ussuriysk city district, Gornotaeznoe*)

- Tatyana S. **Vshivkova**, Ph.D, Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS  
(*Vladivostok*)
- Tatyana M. **Boytsova**, Dr. Sci, technical sciences, Professor, Vladivostok  
State University Economics and Service (*Vladivostok*)
- Vasily Yu. **Tsygankov**, PhD, Biology, Far Eastern Federal University (*Vladivostok*)
- Vladimir A. **Poleschuk**, PhD, Biology, senior researcher, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov, FEB RAS (*Ussuriysk city district, Gornotaeznoe*)
- Vladimir I. **Golov**, Dr. Sci, Biology, Chief Researcher, Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS (*Vladivostok*)
- Vladimir M. **Koldaev**, Dr. Sci, Biology, Professor, Mountain-taiga Station named after V.L. Komarov, FEB RAS (*Ussuriysk city district, Gornotaeznoe*)
- Atsunobu **Kadono**, Ph.D, Tottori University of Environmental Studies  
(*Japan*)

Научное издание

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ  
СРЕДЫ ЖИЗНИ, ИХ ОХРАНА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ**

Монография

В авторской редакции  
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Подписано в печать 25.07.16. Формат 70×100/16  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,2.  
Уч.-изд. л. 12,1. Тираж 1000 экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано в Множительном участке ВГУЭС  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41