

**Известия
Самарского научного центра
Российской академии наук**

Том 17, №6, 2015

Тематический выпуск

Основан в 1999 г.

Выходит 6 раз в год

ISSN: 1990-5378

Учредитель: Президиум Самарского научного центра РАН

Главный редактор

В.П. Шорин

Заместители главного редактора

Ю.П. Аншаков, Ф.В. Гречников, Г.С. Розенберг

Ответственный секретарь

В.О. Соколов

Редакционная коллегия

**Г.П. Аншаков, Д.Е. Быков, А.В. Васильев, С.А. Васильев, В.А. Витих,
В.В. Глуховцев, Г.П. Котельников, С.В. Любичанковский, С.В. Саксонов,
С.В. Смирнов, В.А. Сойфер, Е.В. Шахматов, С.Н. Шевченко, А.Л. Шемякин**

Редакционная коллегия тематического выпуска

**Н.П. Аввакумова, Л.М. Кавеленова, А.В. Киселёв (ответственный редактор),
Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов**

Зав. редакцией Н.Ю. Кузнецова

Адрес редакции: 443001, г. Самара, Студенческий пер., За

Самарский научный центр Российской академии наук

Тел. 340-06-20

электронная версия <http://www.ssc.smr.ru/izvestiya.shtml/>

Е.А. Дистель

Самара

Издательство Самарского научного центра РАН

© Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Самарский научный центр
Российской академии наук, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Номер 6, 2015

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ: ФАУНА

Методы сбора ос-блестянок (<i>hymenoptera, chrysididae</i>) с учетом их биологических и экологических особенностей <i>Н.Б. Винокуров</i>	9
Устойчивость сообществ мелких млекопитающих урбацинозов в различных природных зонах <i>С.Н. Гашев, Е.А. Быкова, А.Ю. Левых</i>	14
Обзор исследований фауны моллюсков надсемейства <i>Pisidioidea (Mollusca, bivalvia)</i> в водоёмах Волго-Камского каскада <i>Е.П. Загорская, Н.Г. Шерышева, Л.А. Угарова, И.И. Рашиян</i>	19
Биологическая характеристика густеры <i>Blicca Bjoerkna</i> верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища <i>В.А. Кузнецов, В.Н. Григорьев, И.Ф. Галанин, В.В. Кузнецов</i>	23
Сравнительное изучение хронического воздействия ионов кадмия и свинца на динамику активности супероксиддисмутазы в тканях сеголеток карпа <i>Г.Р. Мурадова, В.Р. Абдуллаев, С.А. Чалаева, С.И. Курбанова</i>	28
Структура населения и топические преферендумы дождевых червей (<i>Oligochaeta, Lumbricidae</i>) в почвах эталонных лесных формаций бассейнов рек Теберда и Большой Зеленчук (Тебердинский заповедник, Северо-Западный Кавказ) <i>И.Б. Рапопорт, Н.Л. Цепкова</i>	33
Оценка физиологического состояния культивируемых гидробионтов <i>Mizuhopecten yessoensis</i> <i>В.В. Слободскова, С.Е. Лескова, В.П. Челомин</i>	40

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Анализ миграционных потоков тяжелых металлов в речных экосистемах Башкирского Зауралья <i>З.Б. Бактыбаева, С.М. Ямалов, А.А. Кулагин</i>	45
Мониторинг экологического состояния городских водоемов Санкт-Петербурга по показателям зообентоса <i>В.П. Беляков, А.И. Бажора, И.В. Сотников</i>	51
Экологический анализ бриофлоры эвтрофных болот Башкирского Зауралья <i>С.М. Габитова, Э.З. Башшева</i>	57
Общие закономерности подземного питания рек на северо-востоке России <i>Л.П. Глотова, В.Е. Глотов</i>	63
Перспективы применения ГИС технологий Floodmap для прогнозирования риска затопления на водных объектах Воронежской области <i>В.В. Долженкова, А.В. Звягинцева</i>	70
Анализ многолетних колебаний стока рек Обь-Иртышского междуречья <i>Л.И. Дубровская, В.Р. Герасимова</i>	82
Особенности воспроизводства пресноводной формы атлантического лосося в озерно-речной системе реки Шуя <i>С.И. Иванов, И.Л. Щуров, В.А. Широков, И.А. Тыркин, Н.В. Ильмаст</i>	87

Оценка загрязненности поверхностных вод на территории водосборного бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям <i>Н.В. Игнатьева, Т.Н. Петрова, М.А. Гусева</i>	91
Чувствительность моделей речного стока к факторам среды и ее количественная оценка <i>Ю.Б. Кирста</i>	97
Противоэрозионная организация территории в восточной части широтного отрезка реки Обь на основе мониторинговых данных <i>С.Е. Коркин, Н.С. Миронова, Е.К. Кайль</i>	104
Современное состояние сообществ зоопланктона и макрозообентоса озера Верхнее Куйто (Северная Карелия) в районе размещения садкового форелевого хозяйства <i>Я.А. Кучко, Е.С. Савосин, Т.Ю. Кучко</i>	110
Анализ процесса идентификации параметров морфометрии рек и водохранилищ в компьютерных моделях гидравлических расчетов (результативность и однозначность калибровки) <i>Л.К. Левит-Гуревич, Д.А. Никифоров</i>	116
Влияние выпусков промышленных стоков на формирование химического состава водотоков в границах территории Кирово-Чепецкой природно-техногенной системы <i>Т.А. Мусихина, Ю.А. Гарюгин, Е.А. Земцова, С.А. Казиевков</i>	123
Методика калибровки гидравлических моделей рек и водохранилищ <i>Д.А. Никифоров</i>	128
Сообщества фитопланктона основных притоков Ладожского озера летом 2014 года <i>О.А. Павлова, А.Л. Афанасьева, Е.В. Станиславская</i>	135
Природоохранное зонирование поверхностных вод при помощи ГИС-технологий на примере озер Нижневартовского района <i>А.А. Сафоненко, Е.Н. Козелкова, Г.Н. Гребенюк</i>	140
Ветровое волнение в Амурском лимане <i>П.А. Соколова, Т.Г. Пономарева</i>	145
Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами реки Москвы и возможность использования макрофитов рода <i>Potamogeton</i> для биомониторинга тяжелых металлов в реке <i>А.Г. Уваров</i>	150
<hr/>	
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ	
Показатели условий формирования почвенного покрова межгорных степных котловин горного Алтая <i>А.Н. Безбородова, Г.Ф. Миллер</i>	159
Влияние гуминового удобрения на структуру и микробиологическую активность чернозема южного под различными культурами <i>О.С. Безуглова, В.А. Лыхман, А.В. Горовцов, Е.А. Полиенко</i>	164
Тяжелые металлы в почве индустриального, рекреационного и селитебного назначения в городе Уфе <i>Л.Н. Белан, З.К. Амирова, А.У. Валиуллина, Л.Р. Шамсутдинова, А.А. Хакимова</i>	169
Ветровой морфолитогенез и климатические ритмы Юго-Западного Забайкалья в финале неоплейстоцена и голоцене <i>Р.Ц. Будаев, В.Л. Коломиец</i>	174
Аквальный морфогенез и палеоландшафтный облик северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны в квартере <i>В.Л. Коломиец, Р.Ц. Будаев</i>	180

Литологические особенности осадочных толщ сейсмоопасных зон территории города Улан-Удэ <i>В.Л. Коломиец, Ц.А. Тубанов, Р.Ц. Будаев</i>	186
Ключевые аспекты сохранения степных кальцефильных ландшафтов в Волгоградской области <i>Н.О. Рябинина, А.В. Холоденко, Н.В. Шилова</i>	191
Эффективность применения криогеля в технологиях рекультивации почв и грунтов, загрязненных углеводородами <i>А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская, О.В. Гарайзуева</i>	196
Эволюция светло-каштановых почв Прикаспия в связи с прогнозом потепления климата <i>О.И. Худяков, О.В. Решоткин</i>	204
<hr/>	
ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ	
Полиморфизм нуклеоллярных районов хромосом у сосны обыкновенной в различных экологических условиях <i>Н.А. Калашиник</i>	209
Особенности распространения пожаров по видовым группам ландшафтов лесной зоны европейской части России <i>Е.В. Коньшина</i>	215
Структурная организация лесных фитоценозов на промышленных отвалах Урала <i>Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина, Т.С. Чибрик</i>	220
Градиенты климата и экоареал <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull в сосновых лесах русской равнины и западной Сибири <i>Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова, Д.С. Абдуллина</i>	225
Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов в Новгородской области <i>М.В. Никонов</i>	231
Влияние антропогенных факторов на содержание пигментов сосны обыкновенной в летне-зимний период на территории Нижневартовского района <i>Е.С. Овечкина, Р.И. Шаяхметова</i>	236
Влияние стимуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (<i>Pinus silvestris</i> L.) <i>В.В. Острошенко, Л.Ю. Острошенко, Д.А. Ключников, В.Ю. Острошенко, Т.Н. Чекушкина</i>	242
Изучение флуоресцентных показателей фотосинтетической активности берез в зависимости от вертикальной зональности <i>Е.В. Пиняскина, А.Т. Маммаев, М.Х-М. Магомедова</i>	248
Радиальный прирост желтопильниковой и краснопильниковой форм сосны (<i>Pinus Sylvestris</i> L.) в условиях избыточного увлажнения почв северной тайги <i>С.Н. Тарханов, Е.А. Пинаевская</i>	253
Анализ состава членистоногих консортов <i>Pinus sylvestris</i> L. в некоторых районах республики Марий Эл <i>Н.В. Турмухаметова</i>	258
Состояние прибрежных лесных насаждений Предволжья <i>Р.А. Ульданова, А.Т. Сабиров</i>	263
Изменение отдельных микробных и биохимических показателей почв лесных вырубок ХМАО-Югры <i>А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская</i>	268
Содержание пигментов фотосинтеза в листьях березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth) и дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.) в условиях уфимского промышленного центра <i>Д.А. Яшин, Г.А. Зайцев</i>	274

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

Микроэлементный состав почв и структурная организация сообществ мезофауны в заказнике ландшафтного типа <i>А.Б. Александрова, Т.А. Гордиенко, Д.Н. Вавилов, В.В. Маланин, В.С. Валиев, Д.В. Иванов</i>	278
Моделирование устойчивости компонентов ландшафтов уникальных природных территорий на примере Суджанского района <i>Е.А. Батраченко, И.А. Гонеев, О.П. Лукашова, И.Ю. Сошникова</i>	285
Мониторинг состояния заказника «Бушковский лес» (Кировская область) <i>Е.А. Домнина, О.Н. Пересторонина, С.В. Пестов</i>	289
К начальным результатам космического эксперимента с семенами редких растений природной флоры на космическом аппарате «Бийон-М» №1 <i>Ю.Н. Горелов, Л.М. Кавеленова, Л.В. Курганская, С.А. Розно, И.В. Рузаева, К.С. Рузаева</i>	294
Водные экосистемы особо охраняемых природных территорий Карелии <i>Н.В. Ильмаст, О.П. Кучко, Н.П. Милянчук</i>	299
Мониторинг животного мира на особо охраняемых природных территориях с помощью беспилотных летательных аппаратов <i>А.А. Медведев, Н.А. Алексеенко, И.О. Карпенко</i>	304
Дополнения к реестру особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области <i>А.Е. Митрошенкова, В.Н. Ильина, И.В. Казанцев</i>	310
Макромицеты национального парка «Марий Чодра» в аномально теплом ноябре 2010 года <i>Ш.З. Нагуманов</i>	318
Лишайники в Красных книгах Ульяновской и Самарской областей <i>М.В. Шустов</i>	322
Предложения в Красную книгу России: лишайники <i>Lasallia Pensylvanica</i> (Hoffm.) Llano, <i>Lecanora crustacea</i> (Savicz) Zahlbr. И <i>Aspicilia Transbaicalica</i> Oхner <i>М.В. Шустов</i>	326

CONTENTS

Number 6, 2015

BIOLOGICAL RESOURCES: FAUNA

Sampling methods of cuckoo wasps (Hymenoptera, Chrysididae) in terms of their biological and ecological peculiarities	
<i>N.B. Vinokurov</i>	9
Sustainability of small mammals communities in various natural zones of urban ecosystems	
<i>S.N. Gashev, E.A. Bykova, A.Yu. Levykh</i>	14
Review of researches the superfamily Pisidioidea (Mollusca, bivalvia) mollusk fauna in the reservoirs of Volga-Kama cascade	
<i>E.P. Zagorskaya, N.G. Sherysheva, L.A. Ugarova, I.I. Rashoyan</i>	19
Biological characteristic of <i>Gustera Blicca Bjoerkna</i> at upper Volga reach of Kuibyshev water reservoir	
<i>V.A. Kuznetsov, V.N. Grigoriev, I.F. Galanin, V.V. Kuznetsov</i>	23
Comparative studying the of chronic influence of cadmium and lead ions on superoxide dismutase dynamics activity in tissues of carp fingerlings	
<i>G.R. Muradova, V.R. Abdullayev, S.A. Chalaeva, S.I. Kurbanova</i>	28
Population structure and topical preferendum of earthworms (Oligochaeta, lumbricidae) in the soils of normal forest formations of the Teberda and Bolshoi Zelenchuk river basins (Teberda nature reserve, North-Western Caucasus)	
<i>I.B. Rapoport, N.L. Tsepkova</i>	33
Assessment the physiological state of cultivated hydrobionts <i>Mizuhopecten yessoensis</i>	
<i>V.V. Slobodskova, S.E. Leskova, V.P. Chelomin</i>	40

WATER RESOURCES

Analysis of heavy metals migratory flows in the river ecosystems of Bashkir Zauralye	
<i>Z.B. Baktybaeva, S.M. Yamalov, A.A. Kulagin</i>	45
Monitoring the ecological state of St. Petersburg city reservoirs on zoobenthos indicators	
<i>V.P. Belyakov, A.I. Bazhora, I.V. Sotnikov</i>	51
Ecological analysis of eutrophic mires bryophyte flora in Bashkir Zauralye	
<i>S.M. Gabitova, E.Z. Baisheva</i>	57
General regularity of rivers underground alimentation in the northeast of Russia	
<i>L.P. Glotova, V.E. GLOTov</i>	63
Prospects of application the FloodMap GIS technologies to predict the risk of flooding on water bodies in Voronezh oblast	
<i>V.V. Dolzhenkova, A.V. Zvyagintseva</i>	70
Analysis of river flow long-term fluctuations of Ob-Irtys interfluve	
<i>L.I. Dubrovskaya, V.R. Gerasimova</i>	82
Features of reproduction the freshwater form of the Atlantic salmon in Shuya lake-river system	
<i>S.I. Ivanov, I.L. Shchurov, V.A. Shirokov, I.A. Tyrkin, N.V. Ilmast</i>	87
Pollution assessment of surface waters at the territory of lake Ladoga drainage basin by hydrochemical data	
<i>N.V. Ignatyeva, T.N. Petrova, M.A. Guseva</i>	91

Contents

Sensitivity of river flow models to environmental factors and its quantitative assessment <i>Yu.B. KIRSTA</i>	97
The antierosion organization of the territory in east part of latitude segment of Ob river on the basis of monitoring data <i>S.E. Korkin, N.S. Mironova, E.K. Kayl</i>	104
Modern state of zooplankton and macrozoobenthos communities of the lake Verhnee Kuito (North Karelia) in the placement of trout farm <i>Ya.A. Kuchko, E.S. Savosin, T.Yu. Kuchko</i>	110
Process identification analysis of morphometry parameters of rivers and reservoirs in computer models of hydraulic calculations (effectiveness and uniqueness of calibration) <i>L.K. Levit-Gurevich, D.A. Nikiforov</i>	116
The influence of industrial waste on the formation of water flows chemical composition within the territory of Kirovo-Chepetsk natural-technogenic system <i>T.A. Musikhina, Yu.A. Garyugin, E.A. Zemtsova, S.A. Kazienkov</i>	123
Methods of calibration the hydraulic models of rivers and reservoirs <i>D.A. Nikiforov</i>	128
Phytoplankton communities of lake Ldoga main tributaries in summer 2014 <i>O.A. Pavlova, A.L. Afanasieva, E.V. Stanislavskaya</i>	135
Environment saving zoning the surface waters using GIS technologies on the example of lakes in Nizhnevartovsk region <i>A.A. Safonenko, E.N. Kozelkova, G.N. Grebenyuk</i>	140
Wind waves in Amurskiy liman <i>P.A. Sokolova, T.G. Ponomareva</i>	145
Estimation the extent pollution by heavy metals the Moscow river, and possibility of use the <i>Potamogeton</i> macrophytes for biomonitoring the heavy metals in the river <i>A.G. Uvarov</i>	150
<hr/>	
LAND-USE	
The indicators of conditions of formation the soil cover of intermountain hollows in Altai Mountains <i>A.N. Bezborodova, H.F. Miller</i>	159
Influence of humic fertilizer on structure and microbiological activity of southern chernozem under various cultures <i>O.S. Bezuglova, VA. Lykhman, A.V. Gorovtsov, E.A. Poliyenko</i>	164
Heavy metals in soils of industrial, recreational and residential areas in Ufa city <i>L.N. Belan, Z.K. Amirova, A.U. Valiullina, L.R. Shamsutdinova, A.R. Khakimova</i>	169
Wind morpholithogenesis and climate rhythms of south-western Transbaikalye in the final of neopleistocene and holocene <i>R.Ts. Budayev, V.L. Kolomiyets</i>	174
Aquatic morphogenesis and paleolandscape appearance in north-eastern flank of the Baikal rift zone during the quaternary <i>V.L. Kolomiyets, R.Ts. Budayev</i>	180
Lithological features of sedimentary strata of seismic hazard territory in Ulan-Ude city <i>V.L. Kolomiyets, Ts.A. Tubanov, R.Ts. Budayev</i>	186
Key aspects of preservation the steppe calciphilous landscapes in Volgograd oblast <i>N.O. Ryabinina, A.V. Kholodenko, N.V. Shilova</i>	191
The efficiency of cryogel using in technologies of recultivation the soils, polluted by hydrocarbons <i>A.I. Fakhrutdinov, T.D. Yampolskaya, O. V. Garayzuyeva</i>	196

Evolution of Precaspian light chestnut soils due to forecast of climate warming <i>O.I. Khudyakov, O.V. Reshotkin</i>	204
<hr/>	
FOREST RESOURCES	
Polymorphism of nucleolar chromosome regions in Scotch pine under the different ecological conditions <i>N.A. Kalashnik</i>	209
Features of distribution the forest fires on relief groups of forest landscapes in European part of Russia <i>E.V. Konshina</i>	215
The structural organization of forest phytocoenosis on the industrial dumps in Urals <i>N.V. Lukina, E.I. Filimonova, M.A. Glazyrina, T.S. Chibrik</i>	220
Gradients of climate and ecoareal of <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull in pine forests of Russian Plain and Western Siberia <i>Yu.D. Mischikhina, I.V. Petrova, D.S. Abdullina</i>	225
Problems of use and reproduction the forest resources in Novgorod oblast <i>M.V. Nikonov</i>	231
Influence of anthropogenic factors on the pigments content of Scotch pine in summer-winter period on the territory of Nizhnevartovsk region <i>E.S. Ovechkina, R.I. Shayakhmetova</i>	236
The influence of growth stimulators on germinating energy and laboratory germination of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) seeds <i>V.V. Ostroshenko, L.Yu. Ostroshenko, D.A. Kluchnikov, V.Yu. Ostroshenko, T.N. Chekushkina</i>	242
Studying the fluorescent indicators of birches photosynthetic activity depending on vertical zonality <i>E.V. Pinyaskina, A.T. Mammaev, M.X.-M. Magomedova</i>	248
Radial growth of f (var) <i>Sulfuranthera</i> Kozubow and f. (var.) <i>Erythranthera</i> Sanio pine forms (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in the conditions of northern taiga soils excess moistening <i>S.N. Tarkhanov, E.A. Pinayevskaya</i>	253
The analysis of arthropods content on <i>Pinus sylvestris</i> L. in some regions of Mari El Republic <i>N.V. Turmukhametova</i>	258
State of the coastal forest plantations of Predvolzhye <i>R.A. Udanova, A.T. Sabirov</i>	263
Changes in separate microbial and biochemical indicators of forest cutting soils in KHAMAO-Yugra <i>A.I. Fakhrutdinov, T.D. Yampolskaya</i>	268
The maintenance of photosynthesis pigments in leaves of European white birch (<i>Betula pendula</i> Roth) and English oak (<i>Quercus robur</i> L.) in the conditions of Ufa industrial center <i>D.F. Yashin, G.A. Zaitsev</i>	274
<hr/>	
ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES	
Microelements and mesofauna structure in the soils of landscape type protected area <i>A.B. Alexandrova, T.A. Gordienko, D.N. Vavilov, V.V. Malanin, V.S. Valiev, D.V. Ivanov</i>	278
Modeling the sustainability of natural territories unique landscapes components on the example of Sudzhanskiy region <i>E.A. Batrachenko, I.A. Goneev, O.P. Lukashova, I.Yu. Sochnikova</i>	285

Contents

Monitoring of the reserve «Bushkovskiy les» (Kirov oblast) <i>E.A. Domnina, O.N. Perestoronina, S.V. Pestov</i>	289
To the primary results of space experiment with seeds of natural flora rare plants on the “Bion-M” No 1 spacecraft <i>Yu.N. Gorelov, L.M. Kavelenova, L.V. Kurganskaya, S.A. Rozno, I.V. Ruzayeva, K.S. Ruzayeva</i>	294
Water ecosystems of especially protected natural territories in Karelia <i>N.V. Ilmast, Ya.A. Kuchko, N.P. Milyanchuk</i>	299
Fauna monitoring at especially protected natural territories with the help of unmanned aerial vehicles <i>A.A. Medvedev, N.A. Alekseenko, I.O. Karpenko</i>	304
Additions to the register of especially protected natural territories of regional value in Samara oblast <i>A.E. Mitroshenkova, V.N. Ilyina, I.V. Kazantsev</i>	310
Macromycetes of national park «Mari Chodra» in abnormal warm november 2010 <i>Sh.Z. Nagumanov</i>	318
The lichens in the Red Books of Ulyanovsk and Samara oblasts <i>M.V. Shustov</i>	322
Proposals in the Red Book of Russia: the lichens <i>Lasallia pensylvanica</i> (Hoffm.) Llano, <i>Lecanora crustacea</i> (Savicz) Zahlbr. and <i>Aspicilia Transbaicalica</i> Oxner <i>M.V. Shustov</i>	326

УДК 581.1: 582.475:57.045:87.35.91

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕТНЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА

© 2015 Е.С. Овечкина, Р.И. Шаяхметова

Нижевартовский государственный университет

Поступила в редакцию 21.05.2015

Дан сравнительный анализ изменения содержания фотосинтезирующих пигментов в двухлетней хвое сосны обыкновенной в зависимости от места произрастания и периода вегетации. Проанализированы перспективы использования этих показателей как фитоиндикаторов загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, хвоя, пигменты, хлорофилл, каротиноиды, фитоиндикация*

Исследование пигментов фотосинтеза растений играют важную роль для понимания характера их «ответа», как важных биоиндикаторов, на изменяющиеся условия макро-, микроклимата и степени загрязнения окружающей среды. Известно, что содержание хлорофиллов и каротиноидов - главных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки - является одним из показателей реакции растений на изменение факторов внешней среды, степени их адаптации к новым экологическим условиям [15]. Необходимость изучения сезонных изменений содержания пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей на территории Нижевартовского района, была определена тем, что в северных условиях отмечаются очень сильные колебания освещённости и температуры [6, 12]. Изучение влияния изменений метеоусловий на содержание хлорофиллов и каротиноидов у сосны в различные периоды вегетации и при антропогенной нагрузке остается актуальным.

Цель исследования: изучение сезонной динамики содержания пигментов в хвое *P. sylvestris* в различных условиях антропогенной нагрузки, и определение возможности использования этих показателей для фитоиндикации среды.

Характеристика района исследования. Нижевартовский район расположен в центральной части Западно-Сибирской равнины, в средней и северной подзонах таежных лесов.

Пробные площади располагались в подзоне средней тайги. Природные условия исследуемого района характеризуются суровыми климатическими условиями: большой продолжительностью зимнего периода (до 255 дней), низкими

температурами (+4-7°C), обилием осадков (650-700 мм в год) и низким уровнем поступления солнечной радиации. Равнинность и особенности климата района исследований обуславливают высокую заозеренность и заболоченность [13].

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2012-2013 гг. на территории Нижевартовского района. Пробные площадки располагались одновременно в трех взаимосвязанных направлениях. Контрольный участок находился на территории учебно-полевой базы «Церковная грива» в юго-западном направлении от города, а опытные - на территории г. Нижевартовска и Самогторского месторождения (рис. 1). Количество хлорофиллов *a*, *b* и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом в трёхкратной повторности на хвое второго года жизни сосны обыкновенной. Сущность метода заключается в получении ацетоновой вытяжки и в измерении оптической плотности экстракта пигментов на спектрофотометре SPECORD 30 Analytik Jena (Германия) при длинах волн поглощения 662, 644 и 440,5 нм, соответственно. Концентрацию пигментов рассчитывали по уравнению Хольма-Веттштейна [9]. Оценка состояния относительной влажности воздуха, освещённости и температуры проводили по общепринятым методикам, с помощью приборов: люксметр (testo 540), измеритель температуры и относительной влажности воздуха (kimo kistock KH-100). Всего при исследовании было обработано 486 проб.

Результаты исследований и их обсуждение. Вегетационный период 2012 г. оказался жарким, среднемесячная температура воздуха была - 25,8°C, относительная влажность составила 51,4%. В 2013 г. в период активной вегетации метеоусловия были более благоприятными, отличались стабильной температурой и умеренной влажностью (табл. 1). Средняя инсоляция - 2,58 кВтч / м² / день.

Овечкина Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: pinus64@mail.ru
Шаяхметова Раиса Иршатовна, инженер-техник научно-исследовательской лаборатории геоэкологических исследований. E-mail: 19raj83@rambler.ru



Рис. 1. Экспериментальные участки на территории Нижневартовского района

Таблица 1. Климатические данные в летне-зимний период за 2012-2013 гг.

время сбора	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
	декабрь		январь		февраль		июнь		июль		август	
освещённость* (слк)	21,20	25,62	24,25	33,18	43,24	51,79	97,63	119,01	84,22	105,40	94,43	97,87
температура (t, °C)	-23,62	-11,93	-21,81	-24,56	-17,57	-15,59	+22,24	+13,30	+25,60	+20,93	+14,75	+16,42
относительная влажность воздуха (%)	81,35	93,64	96,63	76,91	84,54	73,44	36,11	79,11	54,57	48,81	73,73	56,67

Примечание:*люкс переведен в сантилюкс сайт: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> дата обращения: 13.03.2015 г.

Согласно полученным данным, общее содержание пигментов в хвое второго года вегетации во всех вариантах имело динамичный характер (рис. 2). Стоит отметить, что с уменьшением температурного режима и интенсивности освещения наблюдается и снижение в содержании хлорофиллов [6]. Максимум накопления *Ch a* в хвое *P. sylvestris* был отмечен в июле, минимум приходится на декабрь. Содержание *Ch b* в хвое также было подвержено сезонным изменениям. Как следует из представленных материалов, динамика накопления *Ch b* мало отличается от накопления *Ch a*. Сравнительно низкую их концентрацию наблюдали в декабре 2012 г., 2013 г. – в январе, максимальные значения зафиксированы в июле. Возможно, это связано с тем, что в конце июля заканчивается формирование фотосинтетического аппарата хвои. Кроме того, необходимо отметить, что июль более благоприятен по температурным условиям для роста растений в условиях Среднего Приобья.

Динамика изменения каротиноидов имела другую закономерность. В зимний период пигментный аппарат сосны характеризуется более высокими показателями содержания каротиноидов. Высокие показатели значений зимой обусловлены тем, что в этот период желтые пигменты

сохраняют хлорофиллы от избытка солнечной радиации, так как помимо роли пигментов, каротиноиды еще и участвуют в защите клеток от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [14].

В контрольных условиях в течение всего периода вегетации содержание *Ch a* было максимально 1,87-1,92 мг/г. В условиях города и техногенного загрязнения их содержание сокращалось: 1,67-1,82 мг/г и 1,25-1,70 мг/г. Зимой содержание *Ch a* падало: 0,09-0,11 мг/г в контроле, 0,05-0,08 мг/г в городской среде, 0,04-0,05 мг/г в техногенной среде (рис.3). С началом зимы, когда устанавливается отрицательный температурный режим, в хвое *P. sylvestris* хлоропласты группируются у клеточных стенок и около ядра, синтез пигментов в это время сводится к минимуму [12].

Закономерности в содержании *Ch b* в хвое *P. sylvestris* во всех вариантах были такие же, что и для *Ch a*, 0,96-0,98 мг/г со средним уровнем загрязнения, а в контроле отмечается небольшое увеличение размеров этого показателя – 1,03-0,98 мг/г (рис. 4).

Как свидетельствуют литературные данные, содержание пигментов в древесных растениях может даже расти в условиях хронического загрязнения

атмосферы, что может быть связано с накоплением продуктов окисления углеводов, органических кислот цикла Кребса, продуктов гидролиза белков (глицерин, пролин), необходимых для синтеза этих пигментов [1, 17]. Некоторые авторы отмечают, что содержание *Ch a* варьирует сильнее, чем *Ch b* [5, 19]. Это может быть связано с тем, что молекулы *Ch a* менее устойчива, чем молекулы *Ch b*.

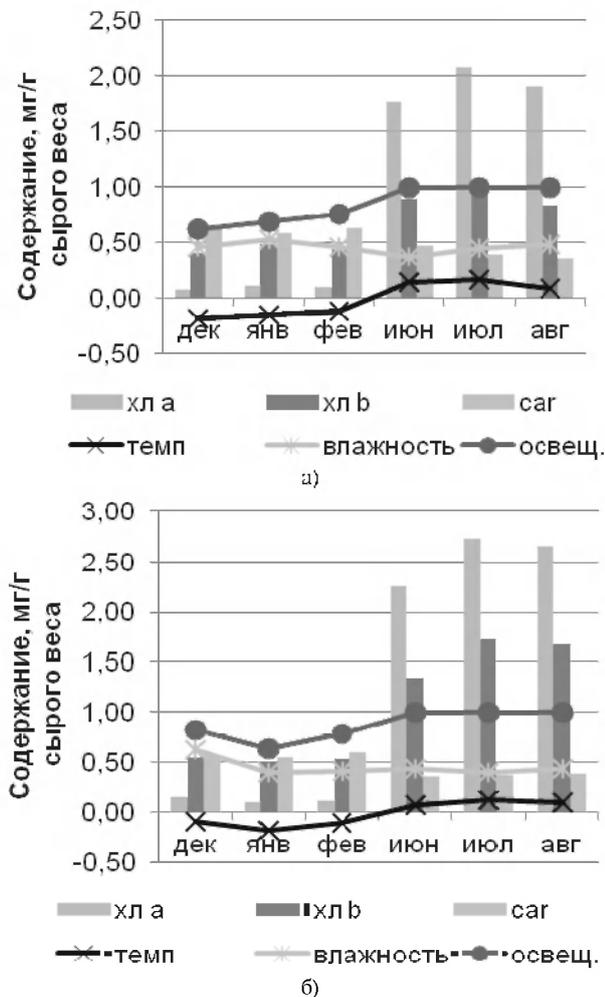


Рис. 2. Динамика общего содержания пигментов в хвое сосны обыкновенной (декабрь-август): а) 2012 г., б) 2013 г.

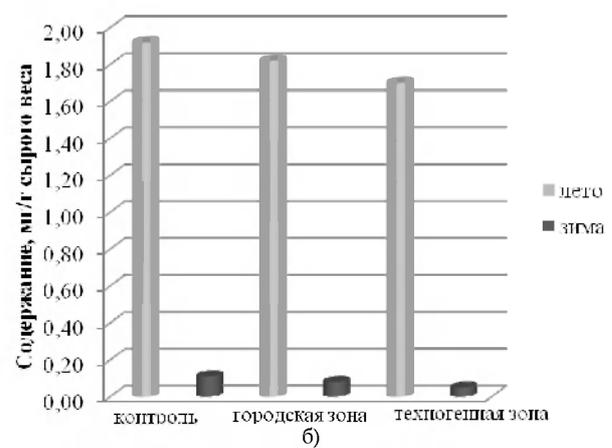
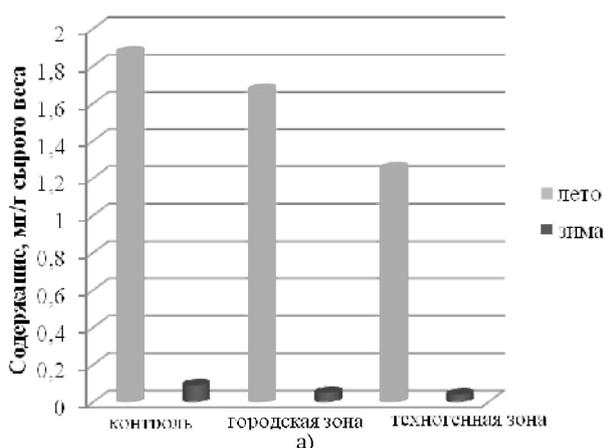


Рис. 3. Сезонное содержание хлорофилла *a* в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в разных экологических условиях: а) 2012 г., б) 2013 г.

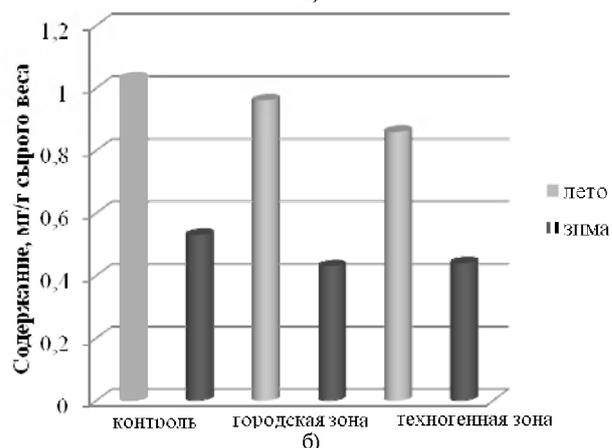
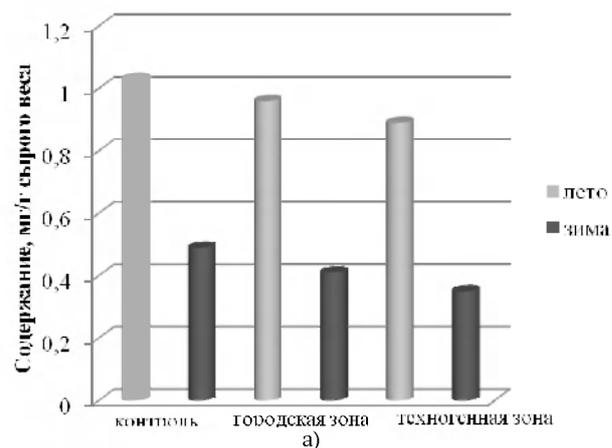


Рис. 4. Сезонное содержание хлорофилла *b* в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в разных экологических условиях: а) 2012 г., б) 2013 г.

Обязательным компонентом пигментной системы растений являются каротиноиды. Снижение содержания каротиноидов в ассимиляционных органах растений, напротив, наблюдали летом, в городской среде – 0,34-0,35 мг/г, в техногенной – 0,24-0,29 мг/г, по сравнению с контролем, где содержание составило – 0,39-0,37 мг/г. Падение содержания каротиноидов у растений, которые растут в загрязненных зонах, указывают Н.В. Гетко (1989), К.А. Васильева, Г.А. Зайцев, А.Ю. Кулагин

(2011). Содержание каротиноидов зимой по сравнению с летом выше вне зависимости от места произрастания: от 0,57 мг/г до 0,73 мг/г (рис. 5). Как правило, максимальное их содержание наблюдается в наиболее критические погодноклиматические периоды, что подтверждает их защитные функции [18].

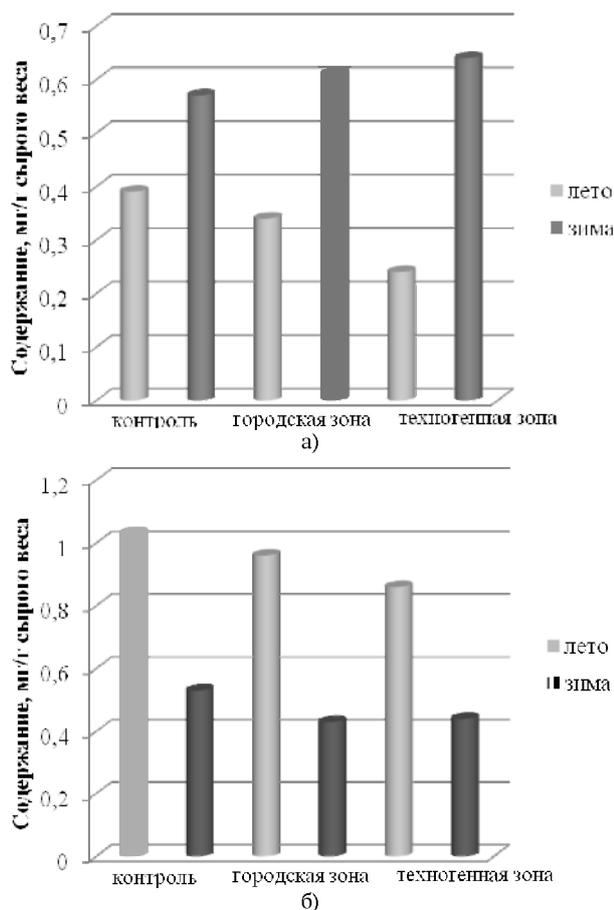


Рис. 5. Сезонное содержание каротиноидов в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в разных экологических условиях: а) 2012 г., б) 2013 г.

Широтно-зональные изменения климатических параметров так же отражаются на пигментной системе *P. sylvestris*. В табл. 2 представлены сведения авторов в работах, которых были приведены данные о содержании пигментного комплекса сосны обыкновенной [3, 7, 10, 16]. Как видно, все данные по содержанию и накоплению пигментов значительно различаются. Наибольшими показателями характеризуются данные из Тверской области, а наименьшие – в Архангельской. В зимний период наши данные можно сравнить с Приморским краем. Нижневартовский район отличается высоким содержанием каротиноидов – выше более чем в три раза и низкими показателями содержания хлорофиллов *a* и *b*. Полученные данные свидетельствуют о том, что пигментный состав сосны обыкновенной зависит от комплекса климатических параметров и изменяется с географической широтой.

Полученные результаты показали, что у *P. sylvestris* наблюдается достаточно высокая корреляционная связь между климатическими параметрами и общим содержанием пигментов. Максимальные значения коэффициентов корреляции данных параметров мы наблюдали во всех изученных площадках вне зависимости от условий обитания (табл. 3, 4). Наблюдается прямая положительная корреляция между показателями температуры, освещенности и содержанием хлорофиллов *a* и *b*, общим содержанием пигментов, соотношением хлорофиллов *a* и *b* и соотношением суммы хлорофиллов *a* и *b* к каротиноидам, вне зависимости от места произрастания. Отсутствует положительная корреляция между влажностью и содержанием хлорофиллов *a* и *b*, общим содержанием пигментов, соотношением хлорофиллов *a* и *b* и соотношением суммы хлорофиллов *a* и *b* к каротиноидам.

Таблица 2. Данные по содержанию пигментов сосны обыкновенной в различных регионах

Авторы	Шаяхметова Р.И. Нижневартовский район		Зарубина Л.В. и др., г. Архангельск		Титова М.С., ДВО, Приморский край		Войцековская С.А. и др., г.Томск		Лапина Г.П. и др. Тверская область	
	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима
время сбора										
хлорофилл <i>a</i>	1,25	0,04	0,23	-	0,73	0,67	1,04	-	2,48	-
хлорофилл <i>b</i>	0,89	0,35	0,15	-	0,30	0,32	0,37	-	4,01	-
каротиноиды	0,24	0,64	0,50	-	0,19	0,22	2,84	-	0,56	-
Σ пигментов	2,38	1,03	0,88	-	1,22	1,21	4,25	-	7,05	-
<i>a/b</i>	1,40	0,11	1,53	-	2,43	2,09	2,81	-	0,62	-
<i>a+b/car.</i>	8,92	0,61	0,76	-	5,42	4,90	0,50	-	11,58	-

Выводы: изучение зависимости содержания пигментов от условий местообитания сосны обыкновенной, показало, что наибольшую чувствительность к загрязнению ассимилирующий аппарат *P. sylvestris* обнаруживает летом, т.к. в это

время наблюдается увеличение содержания хлорофиллов, что связано с активной вегетацией и высоким уровнем инсоляции на территории. Проведенные исследования показали, что в летний период в хвое *P. sylvestris* уровень содержания

пигментов фотосинтеза меняется более динамично. Использование показателей содержания всех пигментов у сосны обыкновенной в фитоиндикации среды возможно круглогодично.

Работа выполнена в рамках исполнения основной части государственного задания № 2014/801 Минобрнауки РФ и при поддержке гранта РФФИ № 15-44-00028.

Таблица 3. Значение коэффициентов корреляции между климатическими данными и содержанием пигментов в хвое сосны обыкновенной (2012-2013 гг.)

Параметры		Ch a	Ch b	Car	∑ пигментов	Ch a/Ch b	Ch a+Ch b/car
Температура	контроль	0,99	0,99	-0,88	0,99	0,97	0,96
	городская зона	0,98	0,98	-0,96	0,99	0,98	0,97
	техногенная зона	0,99	0,97	-0,95	0,99	0,99	0,96
Влажность	контроль	-0,81	-0,85	0,62	-0,83	-0,77	-0,73
	городская зона	-0,80	-0,78	0,75	-0,80	-0,80	-0,75
	техногенная зона	-0,80	-0,75	0,70	-0,81	-0,19	-0,70
Освещение	контроль	0,95	0,92	-0,85	0,95	0,97	0,92
	городская зона	0,96	0,93	-0,95	0,95	0,97	0,95
	техногенная зона	0,95	0,92	-0,90	0,96	0,97	0,92

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Бухарина, И.Л. Анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Набережные Челны) / И.Л. Бухарина, П.А. Кузьмин, И.И. Гибадулина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 1. С. 20-25.
- Васильева, К.А. Состояние пигментного комплекса ассимиляционного аппарата клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в условиях загрязнения / К.А. Васильева, Г.А. Зайцев, А.Ю. Кулагин // Вестник МГУ – Лесной вестник. 2011. № 3. С. 51-55.
- Войцекоская, С.А. Исследование физиолого-биохимических показателей хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) болотных и лесных популяций / С.А. Войцекоская, Э.Р. Юмагулова, Е.Н. Сурнина, Т.П. Астафурова // Вестник Томского гос. ун-та. 2013. № 3 (23). С. 111-119.
- Гетко, Н.В. Структурные и функциональные особенности ассимиляционного аппарата растений в техногенных условиях: Автореф. дис. . докт. биол. наук. – Свердловск, 1991. 42 с.
- Горьшина, Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. 202 с.
- Завьялова, Н.С. Влияние освещенности на морфологические и физиологические свойства растений сосны обыкновенной / Н.С. Завьялова, В.И. Юшков // Экология. 1979. № 5. С. 39-45.
- Зарубина, Л.В. Особенности сезонной динамики пигментов в листьях растений сосняка кустарничково-сфагнового / Л.В. Зарубина, В.Н. Коновалов // Лесной журнал. 2009. № 4. С. 24-32.
- Кривошева, А.А. Влияние промышленных загрязнений на сезонные изменения содержания хлорофилла в хвое сосны обыкновенной / А.А. Кривошева, С.А. Шапкин, В.А. Калинин, П.С. Венедиктов // Физиология растений. 1991. Т. 38, вып.1. С. 163-167.
- Мусиенко, М.М. Спектрофотометрические методы в практике физиологии, биохимии и экологии растений / М.М. Мусиенко, Т.В. Паришинова, П.С. Славный. – М.: Фитософиоцентр, 2001. 200 с.
- Лашина, Г.П. Влияние нефти на пигментный состав сосны обыкновенной- *Pinus sylvestris* / Г.П.Лашина, Н.М. Чернавская, М.Е. Литвиновский, С.В. Сазанова // Электронный научный журнал "Исследовано в России". 2007. С. 569-580.
- Овечкина, Е.С. Морфологические изменения сосны обыкновенной на территории Нижневартовского района / Е.С. Овечкина, Р.И. Шаяхметова // Вест. Нижневарт. государ. гуманит. ун-та. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. государ. ун-та, 2013. С. 75-84.
- Собчак, Р.О. Биоиндикационное значение флуоресценции хлорофилла некоторых древесно-кустарниковых растений в зимний период / Р.О. Собчак, Ю.С. Григорьев // Сибирский экологический журнал. 2007. Т. 14. № 1. С. 53-59.
- Природа, человек, экология: Нижневартовский регион / Под ред. Ф.Н. Рянского. – Нижневарт. гос. гуманит. ун-та. – Нижневартовск, 2007. 323 с.
- Стрижалка К. Каротиноиды растений и стрессовое воздействие окружающей среды: модуляция физических свойств мембран каротиноидами / К. Стрижалка, А. Костицка-Гугала, Д. Латовски // Физиология растений. 2003. Т. 53, № 3. С. 188-193.
- Суворова, Г.Г. Фотосинтез хвойных деревьев в условиях Сибири. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. 195 с.
- Тимова, М.С. Сезонная динамика содержания пигментов в хвое сосны сибирской (*Pinus sibirica*) и сосны корейской (*Pinus koraiensis*) // Вестник КрасГАУ. 2010. № 8. С. 77-81.
- Тужалкина, В.В. Пигментная система сосны обыкновенной в хвойных насаждениях европейского севера // Вопросы экологии лесных экосистем. Мат. научной конференции. – Сочи, 2001. С. 148-151.

18. *Шаяхметова, Р.И.* Динамика содержания марганца в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на территории Нижневартковского района // Экология и природопользование в Югре: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию кафедры экологии СурГУ, (Сургут 24-25 октября 2014 г.) – Сургут: ИЦ СурГУ, 2014. С. 99-101.
19. *Ярмишко, В.Т.* Влияние промышленных выбросов на ассимиляционный аппарат *Pinus sylvestris* L. В *Vaccinium myrtillus* L. на Европейском Севере / *В.Т. Ярмишко, Н.М. Деева, Е.А. Мазная, Г.Д. Леина* // Раст. ресурсы. 1995. Вып. 3. С. 135-143.

**INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE PIGMENTS CONTENT
OF SCOTCH PINE IN SUMMER-WINTER PERIOD ON THE TERRITORY
OF NIZHNEVARTOVSK REGION**

© 2015 E.S. Ovechkina, R.I. Shayakhmetova

Nizhnevartovsk State University

The comparative analysis of changes in content of photosynthetic pigments in the needles of two-years Scotch pine, depending on the place of growth and season is given. The perspectives of using these indicators as phytoindicators of environment pollution are analyzed.

Key words: *Scotch pine, needles, pigments, chlorophyll, carotinoids, phytoindication*

Elena Ovechkina, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ecology Department. E-mail: pinus64@mail.ru
Raisa Shayakhmetova, Engineer at the Scientific Research Laboratory of Geoecological Researches. E-mail: 19raj83@rambler.ru