

**RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
FSBSI «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF AGROCHEMISTRY
NAMED AFTER D.N. PRYANISHNIKOV»**

Main editors: Viktor G. Sychev and Lothar Mueller

**NOVEL METHODS AND RESULTS OF
LANDSCAPE RESEARCH IN EUROPE, CENTRAL
ASIA AND SIBERIA**

Monograph in 5 Volumes

Vol. IV Optimising Agricultural Landscapes

**With friendly support of the Mitscherlich Academy for Soil Fertility
(MITAK), Paulinenaue, Germany**

Moscow 2018

ББК 4035
УДК 504.54:631.42
Н 78

Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том 4. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов /под редакцией академика РАН В.Г.Сычева, Л. Мюллера. – М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. – 408 с. ISBN 978-5-9238-0250-4 (Том 4)

Коллектив авторов и редакторов под руководством В.Г. Сычёва (Москва), А.Х. Шеуджена (Краснодар), Ф. Ойленштайна (Мюнхеберг).

Главные редакторы: Лотар Мюллер (Лейбниц центр агроландшафтных исследований, Мюнхеберг, Германия) и Виктор Г. Сычёв (Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия)

Монография содержит информацию о самых современных методологиях и результатах в ландшафтных исследованиях. Она может быть использована в качестве руководства для исследователей, преподавателей, студентов и всех, кого интересует тема ландшафтной науки и смежных дисциплин. Монография является особо ценной информационной базой для лиц, принимающих решения на различных уровнях, от местных до международных органов по принятию решений. Приведенная в монографии информация представляет собой современный уровень ландшафтной науки в очень краткой форме.

Содержание глав дано в авторской редакции. Редакторы не несут ответственности в отношении опубликованных материалов.

Novel Methods and Results of Landscape Research in Europe, Central Asia and Siberia (in five volumes). Vol. 4. Optimising Agricultural Landscapes /main editors Viktor G. Sychev, Lothar Mueller. – М.: Publishing House FSBSI «Pryanishnikov Institute of Agrochemistry», 2018. – 408 p.

Team of authors and editors under the guidance of: Viktor G. Sychev (Moscow), Askhad Kh. Sheudzhen (Krasnodar), Frank Eulenstein (Muencheberg)

Main editors: Lothar Mueller (Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Muencheberg, Germany) and Viktor G. Sychev (All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov) , Moscow, Russia)

This monograph shall inform you about up to date methodologies and recent results in landscape research. It is intended as a guide for researchers, teachers, students, decision makers, stakeholders interested in the topic of landscape science and related disciplines. It provides information basis for decision makers at various levels, from local up to international decision bodies, representing the top level of landscape science in a very short form.

Authors are responsible for the content of their chapters. Neither the authors nor the editors can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The editors make no warranty, express or implied, with respect to the material contained herein.

ISBN 978-5-9238-0246-7
ISBN 978-5-9238-0250-4 (Том 4)
DOI 10.25680/1479.2018.72.58.004

© ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» 2018

Оглавление

Часть 12 Управление почвами и культурами в сельском хозяйстве Part 12 Agricultural Soil and Plant Management.....	12
Основная глава 12.1 Методики и общие направления Main Chapter 12.1 Practices and Trends.....	12
Chapter IV/1: PRINCIPLES OF “GOOD AGRICULTURAL PRACTICE IN GERMANY” PRECAUTIONARY MEASURES OF SITE SPECIFIC SOIL HUMUS CONTENT Глава IV/1: Принципы «надлежащей сельскохозяйственной практики в Германии»: Предупредительные меры по сохранению содержания почвенного гумуса, соответствующего местоположению Thomas Vorderbrügge	12
Глава IV/2: ПУТИ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ В РОССИИ Chapter IV/2: Ways for Sustainable Forage Production in Russia Владимир М. Косолапов; Илья А. Трофимов; Людмила С. Трофимова; Елена П. Яковлева	18
Глава IV/3: УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ ХОЗЯЙСТВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ Chapter IV/3: An Improved Data Base and a Computer Program for Automated Designing Crop Rotation System in Farms of Different Specialization, Located in Agricultural Landscapes of the Central Chernozem Region Григорий Н. Черкасов; Александр С. Акименко.....	23
Глава IV/4: ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ Chapter IV/4: Features of the Transformation of Agrarian Landscapes under Conditions of North-West Russia Александр Л. Ильвес; Людмила П. Смолина; Нина В. Ильвес	28
Глава IV/5: МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ СЕВООБОРОТОВ НА ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ Chapter IV/5: Methodology of the Formation of Adaptive Crop Rotations in Drained Agrolandscapes Лидия И. Петрова; Юрий И. Митрофанов.....	31
Глава IV/6: ОЦЕНКА АГРОЛАНДШАФТОВ, ВЫЗОВЫ ИХ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ В РОССИИ Chapter IV/6: Evaluation of Agro-Landscapes, Challenges of their Monitoring and Management in Russia Илья А. Трофимов; Людмила С. Трофимова; Елена П. Яковлева.....	36
Глава IV/7: АГРОЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОХРАНЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РОССИИ Chapter IV/7: Ecological Bases of Agrolandscapes for Conservation and Reproduction of Soil Fertility of Russian Agricultural Lands Илья А. Трофимов; Людмила С. Трофимова; Елена П. Яковлева	41
Глава IV/8: АГРОЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ Chapter IV/8: Agrolandscape-Ecological Bases of Plant Growing in the Krasnodar Region Людмила С. Трофимова; Илья А. Трофимов; Елена П. Яковлева	46
Глава IV/9: АГРОЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ Chapter IV/9: Agrolandscape- Ecological Zoning of Natural Grasslands in the European Part of Russia Людмила С. Трофимова; Елена П. Яковлева.....	51
Глава IV/10: МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТИПИЗАЦИИ ПАШНИ И ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ ЗЕРНОВОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ Chapter IV/10: Methodology of Assessing Croplands and Cereal-Dominated Rotations in Agrolandscapes of the Lower Volga Region Валентина А. Федорова; Тамара В. Мухортова	56
Глава IV/11: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ Chapter IV/11: Ecological and Economic Aspects of the Sustainability of Agricultural Land Use Ольга А. Ткачева; Елена Г. Мещанинова	61

Chapter IV/12: CONSERVATION AGRICULTURE, SUSTAINABLE LANDSCAPE USE AND LANDSCAPE PROTECTION Глава IV/12: Ресурсосберегающее сельское хозяйство, устойчивое использование и охрана ландшафтов Ádám Kertész; Balázs Madarász.....	65
Глава IV/13: ПРИНЦИПЫ СБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ Chapter IV/13: Principles of Conservation Agriculture in Central Asia Мехлис К. Сулейменов; Жексенбай А. Каскарбаев	69
Глава IV/14: СПОСОБЫ ПОДЪЕМА ЧЕРНОГО ПАРА В КАЧЕСТВЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА АГРОЛАНДШАФТАХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ Chapter IV/14: Methods of Improvement of Black Fallow as a Previous Crop for Winter Wheat in Agrolandscapes of the Northern Pre-Caspian Region Валентина А. Федорова; Тамара В. Мухортова	74
Глава IV/15: АДАПТАЦИЯ ВИДОВ ЛЮПИНА В АГРОЛАНДШАФТЫ РОССИИ Chapter IV/15: Lupin Species' Adaptation to Russian Agro-Landscapes Александр И. Артюхов; Маргарита Е. Селиванова; Елена И. Исаева.....	78
Глава IV/16: ПРОБЛЕМЫ И УСПЕХИ БИОЛОГИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ В БОРЬБЕ С ДЕГРАДАЦИЕЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ Chapter IV/16: Problems and Successes in the Biologization of Agricultural Landscapes in the Fight against Soil Degradation in the Far East of Russia Владимир И. Голов; Максим Л. Бурдуковский	83
ГЛАВА IV/17: РАЗРАБОТКА ОСНОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ РИСОВЫХ СЕВООБОРОТОВ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА Chapter IV/17: Development of Bases of Organic Farming for Rice Crop Rotations in the Akdala Irrigation Area, Southeastern Kazakhstan Мария А. Ибраева.....	88
Глава IV/18: ТЕХНОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ КОК-САГЫЗА (<i>TARAXACUM KOKSAGHYZ</i>) В КАЗАХСТАНЕ Chapter IV/18: Technology of Kok-Saghyz (<i>Taraxacum Kok-Saghyz</i>) Reproduction in Kazakhstan Кайрат Утеулин; Избасар Рахимбаев; Кабл Жамбакин; Серик Мухамбетжанов; Габит Бари; Аслан Жексенбай; Баян Есболаева; Ажар Искакова; Чингиз Жабыкбаев; Мурат Ахметжанов	93
Chapter IV/19: MULTI-SPECIES GRAZING FOR IMPROVEMENT OF GRASSLAND BIODIVERSITY Глава IV/19: Многовидовой выпас для повышения биоразнообразия пастбищ Axel Behrendt; Andreas Fischer; Thomas Kaiser; Frank Eulenstein; Sylvia Ortmann; Anne Berger; Lothar Mueller	97
Основная глава 12.2 Управление почвами Main Chapter 12.2 Soil Management.....	101
Chapter IV/20: PRINCIPLES OF SOIL CONSERVING TRAFFIC ON ARABLE LAND – ADAPTION OF LOAD INPUT BY AGRICULTURAL MACHINES TO THE SUSCEPTIBILITY OF SOIL TO COMPACTION Глава IV/20: Принципы почвозащитного использования сельскохозяйственных машин на пахотных землях - нормирование нагрузок в зависимости от потенциального уплотнения почвы Marco Lorenz; Joachim Brunotte; Norbert Fröba; Franz-Josef Lörmeier.....	101
Глава IV/21: АДАПТАЦИЯ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ К ОСОБЕННОСТЯМ АГРОЛАНДШАФТА Chapter IV/21: Adaptation of Soil Tillage to the Characteristics of the Agrolandscape Иван И. Гуреев; Николай С. Климов	106
Глава IV/22: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ Chapter IV/22: Improving Conservation Tillage in Eroded Agrolandscapes Николай М. Жолинский; Ирина Н. Кораблева; Сергей Б. Стрельцов	112
Глава IV/23: НУЛЕВАЯ, МИНИМАЛЬНАЯ ИЛИ ОТВАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ Chapter IV/23: No-Tillage, Minimum or Moldboard Plowing in Landscape-Adapted Cropping Systems of the Middle Cis-Ural Region Александр Ленточкин; Петр Ширококов; Наталья Атнабаева.....	115
Глава IV/24: ПЕРСПЕКТИВЫ «НУЛЕВОЙ» ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В АГРОЛАНДШАФТАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА Chapter	

IV/24: Prospects of «Zero» Soil Tillage for Maize Cropping in Agro-Landscapes of the Volga-Vyatka Region Александр И. Волков; Николай А. Кириллов; Любовь Н. Прохорова	120
Глава IV/25: ПРИМЕНЕНИЕ NO-TILL И MINI-TILL НА ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПОВОЛЖЬЯ Chapter IV/25: Application of No-Till and Mini-Till on Degraded Gray Forest Soils of the Volga Region Александр И. Волков; Николай А. Кириллов	125
Глава IV/26: СТРУКТУРНЫЙ СТАТУС ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ И ОБРАБОТКА ПОЧВ Chapter IV/26: Structural Status of Leached Chernozems and Soil Tillage Сергей Немцев	129
Глава IV/27: ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ВЛАГИ И ПОПУЛЯЦИЮ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL Chapter IV/27: Influence of Plant Residues on the Accumulation of Moisture and Population of Earthworms at No-Till Cropping Technology Виктор Дридигер; Роман Стукалов; Расул Гаджимаров.....	134
Глава IV/28: ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ Chapter IV/28: Effects of Different Soil Loosening on Water-Physical Properties Ислонкул И. Икромов.....	139
Основная глава 12.3 Удобрение и круговорот питательных веществ Main Chapter 12.3 Fertilisation and Nutrient Cycling	144
ГЛАВА IV/29: ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ Chapter IV/29: The Influence of Soil and Landscape Conditions on the Productivity of Crop Rotation and Fertilizer Efficiency Сергей М. Лукин	144
Глава IV/30: ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ФИТОСАНИТАРНЫХ ФУНКЦИЙ ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ Chapter IV/30: Assessment of Ecological and Phytosanitary Functions of Green Manure Application Виктор Г. Сычев; Владимир Г. Лошаков	149
Глава IV/31: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ ПО ЗОНАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Chapter IV/31: The Effectiveness of Organic Fertilizers in Crop Rotations of Zones in the Russian Federation Сергей М. Лукин	154
Глава IV/32: ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДородия И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ Chapter IV/32: Increase of Fertility and Productivity of Soils of Azerbaijan by Organic Fertilizers Паша Заманов; Рагим Пашаев; Эльмира Векилова	158
Глава IV/33: ПЛОДородие ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ Chapter IV/33: Fertility of Sod-Podzolic Soils and Efficiency of Fertilizers in Agricultural Landscapes of North-West Russia Алексей И. Иванов; Жанна А. Иванова; Александр А. Конашенков	164
Глава IV/34: ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК И СООТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ Chapter IV/34: Optimization of Dosages and Ratios of Nutrition Elements of Agricultural Crops in Landscape Agriculture Иван И. Гуреев.....	169
Глава IV/35: ТРАНСФОРМАЦИЯ ФОРМ КАЛИЯ В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ Chapter IV/35: Transformation of Potassium Forms at Long-Term Application of Fertilizers in Soils of Agrolandscapes Любовь В. Никитина	173
Глава IV/36: ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Chapter IV/36: Effectiveness of Potassium Fertilizers in Various Agrolandscapes of the Russian Federation Валерий А. Борисов; Станислав С. Литвинов; Николай В. Гренадеров; Игорь Ю. Васючков; Ольга Н. Успенская; Сергей Н. Дерювщиков; Татьяна Г. Колебошина; Анатолий И. Юров; Евгений В. Воронкин; Вячеслав Г. Колодкин.....	179

Chapter IV/37: STRIP-TILL APPLICATION OF LIQUID SLURRY – A NEW APPROACH TO REDUCE NITROGEN LOSSES IN AGRICULTURAL LANDSCAPES Глава IV/37: Внесение жидкого навоза при полосной обработке почвы - новый подход для уменьшения потерь азота в сельскохозяйственных ландшафтах Nadine Tauchnitz; Joachim Bischoff; Matthias Schrödter; Ralph Meissner	183
Глава IV/38: ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ: ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/38: Application of Organic and Mineral Fertilizers to Potatoes on Sod-Podzolic Soils: Field Experiments Генриэта Мерзлая; Рафаил Афанасьев; Егор Березовский; Ольга Щуклина; Ирина Понкратенкова	188
Глава IV/39: ОГРАНИЧЕНИЯ РЕГУЛЯРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА В ИНТЕНСИВНОМ РЕЖИМЕ В АГРОЛАНДШАФТАХ С БЕССМЕННЫМ ВОЗДЕЛЫВАНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ: ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/39: Limitations of the Regular Intensive Use of Liquid Manure in Agricultural Landscapes at Permanent Cultivation of Perennial Grasses: Field Experiments Сергей И. Тарасов.....	192
Глава IV/40: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПОД РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЦЕНОЗАМИ АГРОЛАНДШАФТА Chapter IV/40: Characteristic of the Formation of Effective Soil Fertility Under Vegetation Cover in the Agrolandscape Иван Ф. Медведев; Анастасия С. Бузуева; Денис И. Губарев; Александр Ю. Верин; Михаил Ю. Несветаев	197
Глава IV/41: ВЛИЯНИЕ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ АГРОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ Chapter IV/41: The Influence of Phytomelioration on Soil Fertility of Agrogenic Landscapes Людмила Н. Пуртова; Олег В. Полохин; Людмила Н. Щапова; Алексей Н. Емельянов	202
Глава IV/42: ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА АДАПТОГЕНА В УСЛОВИЯХ ВТОРИЧНО-ЗАСОЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА Chapter IV/42: Effective Application of an Adaptogenic Preparation under Conditions of Secondary Saline Landscapes in Southern Kazakhstan Абдулла Сапаров; Бейбут Сулейменов; Галымжан Сапаров; Самат Танирбергенов	207
Chapter IV/43: EFFECTS OF LONG-TERM COMPOST TREATMENT ON PHYSICAL PROPERTIES OF SANDY SOILS Глава IV/43: Эффекты длительного применения компоста на физические свойства песчаных почв József Tibor Aranyos; Attila Tomócsik; Lajos Blaskó; Marianna Makádi	211
Основная глава 12.4 Борьба с сорняками и вредителями Main Chapter 12.4 Weed and Pest Control	215
CHAPTER IV/44: PRINCIPLES AND METHODS OF INTEGRATED WEED MANAGEMENT IN CROPPING SYSTEMS Глава IV/44: Принципы и методы интегрированной защиты от сорных растений в системах земледелия Arnd Verschwele.....	215
Chapter IV/45: INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE FUNGISTASIS OF SOUTHERN CHERNOZEMS IN THE SYSTEM OF LANDSCAPE-ADAPTED AGRICULTURE Глава IV/45: Влияние многолетнего применения минеральных удобрений на фунгистазис южных черноземов при адаптивно-ландшафтной системе земледелия Galina N. Churkina; Irina V. Rukavitsina; Kairat K. Kunanbayev; Dana Yerpasheva	220
Chapter IV/46: Experimental data on the biodegradation of the herbicide glyphosate by the soil fungi <i>TRICHODERMA INHAMATUM</i> Глава IV/46: Экспериментальные данные по биодegradации гербицида глифосат почвенным грибом <i>Trichoderma inhamatum</i> Kairat K. Kunanbayev; Galina N. Churkina; Irina V. Rukavitsina; Dana Yerpasheva.....	224
Глава IV/47: ПРИМЕНЕНИЕ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ЗАЩИТЫ АГРОЦЕНОЗОВ ОТ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЛЕСОАГРОНОМ ЛАНДШАФТЕ Chapter IV/47: Application of Bioecological Methods for Protection of Agroecosystems from the	

Pathogenic Microflora in a Forest-Agrolandscape Светлана В. Колмукиди; Елена А. Крюкова	228
Часть 13 Сельскохозяйственные полевые опыты Part 13 Agricultural Field Experiments.....	234
Основная глава 13.1 Длительные полевые опыты Main Chapter 13.1 Long-Term Field Experiments	234
Chapter IV/48: LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS AS AN ESSENTIAL BASIS FOR PRACTICALLY RELEVANT RESEARCH OF THE GLOBAL CARBON CYCLE Глава IV/48: Длительные полевые опыты как важная основа для практически значимых исследований глобального цикла углерода Martin Körschens.....	234
Chapter IV/49: NETWORK OF LONG-TERM AGRICULTURAL TRIALS WITH FERTILIZERS IN THE FRAMEWORK OF RUSSIAN AGROECOLOGICAL MONITORING Глава IV/49: Сеть длительных полевых опытов с удобрениями в системе агроэкологического мониторинга России Vladimir Romanenkov; Lyudmila Shevtsova; Maya Belichenko	239
Глава IV/50: РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЛИТЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ Chapter IV/50: The Role of Fertilizers in Providing Sustainable Agricultural Production: Results of the Long-Term Trials of the Geographical Network Майя Беличенко; Виктор Сычев; Владимир Романенков.....	244
Глава IV/51: МЕТОДОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ Chapter IV/51: Methodology of a Modern System of Field Experiments Алексей И. Иванов; Жанна А. Иванова	249
Глава IV/52: ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРНЫХ ОПЫТОВ Chapter IV/52: Productivity of Maize under Long-Term Use of Various Agrotechnical Methods in Stationary Experiments Александр Ф. Стулин.....	254
Глава IV/53: КАЧЕСТВО ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ЗОНАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТАХ СИБИРИ Chapter IV/53: Quality of Soils and Crop Productivity at Long-Term Application of Fertilizers in Zonal Landscapes of Siberia Геннадий П. Гамзиков	258
Глава IV/54: О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО (50 ЛЕТ) ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ Chapter IV/54: About the Laws of a Long-Term (50 years) Application of Fertilizers in a Field Experiment on a Derno-Podzol Soil Николай Кирпичников; Виктор Сычев; Майя Беличенко; Ольга Рухович.....	263
ГЛАВА IV/55: ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА РОССИИ Chapter IV/55: Effect of Long-Term Fertilizers Application on the Productivity of Crop Rotation on Sod-Podzolic Sandy Loam Soil in the Central Region of Russia Сергей М. Лукин; Елена В. Марчук; Екатерина И. Золкина; Юлия М. Теплова	268
Глава IV/56: ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ЗЕРНОСВЕКЛОВИЧНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ: ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/56: Dynamics of Agro-Chemical Characteristics of Soil in a Grain-Beet Crop Rotation with Long-Term Fertilizer Application: Field Experiments Ольга А. Минакова; Людмила В. Александрова; Дмитрий А. Куницын; Татьяна Н. Подвигина	273
Глава IV/57: ПРОДУКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПО РОТАЦИЯМ ШЕСТИПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА В АГРОЛАНДШАФТАХ СТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ: СТАЦИОНАРНЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/57: Productivity of Fertilization Systems and Balance of Nutrition Elements of a Six-Field Crop Rotation in Agrolandscapes of the Volga Steppe Region: Stationary Experiments Виктор В. Пронько; Майя П. Чуб; Дмитрий Ю. Журавлев; Татьяна М. Ярошенко; Надежда Ф. Климова	278

Глава IV/58: МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО В АГРОЛАНДШАФТАХ ПОВОЛЖЬЯ: СТАЦИОНАРНЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/58: Mineral Fertilization as a Soil Fertility Regulating Factor of Southern Chernozems in Agrolandscapes of the Volga Region: Stationary Experiments Виктор В. Пронько; Майя П. Чуб; Дмитрий Ю. Журавлев; Татьяна М. Ярошенко; Надежда Ф. Климова	283
Глава IV/59: ПЛОДОРОДИЕ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Chapter IV/59: Fertility of Irrigated Chernozem Soils in Plain Forest-Steppe Landscapes of Western Siberia Василий Бойко; Артем Тимохин	287
Глава IV/60: ХИМИЗАЦИЯ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ Chapter IV/60: Resource-Saving Application of Agrochemistry in Cropping Systems on Sod-Podzolic Loamy Soils of the Central Non-Chernozem Zone of Russia Галина И. Ваулина; Аллахверди М. Алиев.....	292
Глава IV/61: ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТАЛЫХ ВОД В ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ Chapter IV/61: Influence of the Landscape on the Formation of Melt Water Surface Runoff in the Forest-Steppe of the Central Non-Chernozem Zone Анатолий И. Петелько.....	298
Основная глава 13.2 Другие стационарные эксперименты Main Chapter 13.2 Other Stationary Experiments	303
Глава IV/62: БИОЛОГИЗИРОВАННЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СКЛОНОВЫХ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ Chapter IV/62: Biologization Techniques to Increase the Fertility of Sloping Soils in Agricultural Landscapes of the Non-Chernozem Zone Татьяна Ю. Анисимова.....	303
Глава IV/63: УДОБРЕНИЯ И ПЛОДОРОДИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ: ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ Chapter IV/63: Fertilizers and Soil Fertility of Gray Forest Soils of the Upper Volga Region: Field Experiments Владимир В. Окорков; Оксана А. Фенова, Людмила А. Окоркова	307
Chapter IV/64: TILLAGE DEPTH AND CROP YIELDS: RE-EVALUATION OF LATE HOLOCENE SOIL TILLAGE TRIALS IN EASTERN AND CENTRAL EUROPE Глава IV/64: Глубина обработки почвы и урожайность сельскохозяйственных культур: переоценка опытов по обработке почвы в Восточной и Центральной Европе в условиях позднего голоцена Lothar Mueller; Frank Eulenstein; Blair M. McKenzie; Uwe Schindler; Wilfried Mirschel.....	312
Chapter IV/65: COMPARATIVE ECONOMIC ASSESSMENT BETWEEN CONVENTIONAL AND ORGANIC FARMING AT THE AGRICULTURAL TEST SITE WAGNA, AUSTRIA Глава IV/65: Сравнительная экономическая оценка традиционного и органического сельского хозяйства на сельскохозяйственном опытном поле Вагна, Австрия Gernot Klammler; Heinz Köstenbauer; Johann Robier; Dagobert Eberdorfer; Josef Pferscher; Georg Fastl; Johann Fank	320
Часть 14 Мелиорация и орошение Part 14 Land Improvement and Irrigation.....	325
Основная глава 14.1 Системы мелиорации и орошения земель Main Chapter 14.1 Land Reclamation and Irrigation Systems	325
Глава IV/66: ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ КИСЛЫХ ПОЧВ Chapter IV/66: Basics of Chemical Melioration of Acid Soils Владимир В. Окорков	325
Глава IV/67: МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДО-ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ НА АГРОЛАНДШАФТАХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА Chapter IV/67: Management Methods of Water and Land Resources in Agro-Landscapes of South Kazakhstan Рахим К. Бекбаев; Еркемуль Д. Жапаркулова; Burghard C. Meyer; Раушан А. Жайсамбекова; Нурбол Р. Бекбаев; Кемелхан Курмашев.....	330

Глава IV/68: РОЛЬ КЯРИЗОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЛАНДШАФТА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ И В СРЕДНЕЙ АЗИИ Chapter IV/68: The Role of Antique Underground Aqueducts (Qyarizas) for the Formation of Landscapes in Azerbaijan and Central Asia Аловсет Г. Гулиев.....	334
Глава IV/69: РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА УКРАИНЫ Chapter IV/69: Rational Use of Water on Irrigated Lands in Agrolandscapes of the Southern Ukraine Анатолий М. Коваленко	337
CHAPTER IV/70: RECOMMENDATIONS FOR IRRIGATION IN AUSTRIA Глава IV/70: Рекомендации по орошению в Австрии Peter Cepuder; Reinhard Nolz	342
Глава IV/71: МОНИТОРИНГ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ КАЗАХСТАНА Chapter IV/71: Monitoring of the Meliorative State of Irrigated Land in Kazakhstan Tursun Ibrayev; Nurlan Bekmuhamedov; Mikhail Tskhai; Marina Li	346
Chapter IV/72: THE WUEMoCA TOOL FOR MONITORING IRRIGATED CROPLAND USE AND WATER USE EFFICIENCY AT THE LANDSCAPE LEVEL OF THE ARAL SEA BASIN Глава IV/72: Инструмент WUEMoCA для мониторинга эффективности использования орошаемых пахотных земель и воды на ландшафтном уровне бассейна Аральского моря Sarah Schönbrodt-Stitt; Christopher Conrad; Dimo Dimov; Ikrom Ergashev; Fabian Löw; Lucia Morper-Busch; Sherzod Muminov; Islom Ruziev; Gunther Schorcht; Georgy Solodky; Anatoly Sorokin; Denis Sorokin; Galina Stulina; Rustam Toshpulatov; Sherzod Zaitov; Almas Kitapbayev; Katy Unger-Shayesteh	351
Глава IV/73: РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ДИСТАНЦИОННЫХ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ Chapter IV/73: Comparative Assessment of RS- and Ground-based Monitoring over Land and Water Use in the Aral Sea Basin Виктор Духовный; Анатолий Сорокин; Галина Стулина; Икром Эргашев; Денис Сорокин; Шерзод Муминов; Георгий Солодкий; Рустам Тошпулатов; Гюнтер Шорхт; Димо Димов	357
Основная глава 14.2 Водопотребление и технологии орошения Main Chapter 14.2 Water Demand and Irrigation Technologies	361
Chapter IV/74: ZUWABE: A MODEL FOR ESTIMATION OF SPATIAL IRRIGATION WATER DEMAND FOR AGRICULTURAL CROPS Глава IV/74: ZUWABE: Модель для оценки региональных потребностей в воде для орошения сельскохозяйственных культур Wilfried Mirschel; Karl-Otto Wenkel; Michael Berg; Ralf Wieland; Vitaly V. Terleev; Karin Luzi	361
Глава IV/75: ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ Chapter IV/75: Soil Moisture Supply and Water Consumption of Winter Wheat in a Crop Rotation Андрей В. Алабушев; Галина В. Овсянникова ²	366
Глава IV/76: МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВОДОПРОВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЙ Chapter IV/76: Monitoring of the Technical Conditions and Determining the Residual Functional Performance of Water Conveying Facilities Михаил Бандурин.....	370
Глава IV/77: ИРРИГАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ И ЛАНДШАФТ ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН Chapter IV/77: Economic Conditions for Irrigation and their Influence on the Meliorative State and the Landscape of the Irrigated Territory in the Vakhsh Valley of the Republic of Tajikistan Ислонкул И. Икромов; Илхомжон И. Икромов; Мирасил М. Мирзоев; Ф. Икромии.....	376
Глава IV/78: АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛИВА ОБЕСПЕЧИВАЕТ БЛАГОПРИЯТНУЮ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ НА ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ Chapter IV/78: Automation of the Technological Process of Irrigation Provides Favourable Ecological Conditions in Irrigated Agrolandscapes Хасан А. Таттибаев; Павел А. Калашников; Нурлан Н. Бальгабаев	381

Глава IV/79: МЕТОД РАСЧЕТА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДОВОГО ДЕРЕВА ДЛЯ КАПЕЛЬНОГО И ПОДКРОНОВОГО ОРОШЕНИЯ Chapter IV/79: A Calculation Method of the Root System of a Fruit Tree for Drip Irrigation Алексей Н. Рыжаков	386
Глава IV/80: ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА ДЛЯ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ Chapter IV/80: Technology and Software for Surface Irrigation in the South of Central Siberia Олег А. Иванов; Татьяна Е. Иванова; Геннадий Л. Утенков	390
Глава IV/81: ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА ДЛЯ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЕ Chapter IV/81: Technology and Technical Provision of Surface Irrigation in the South of Central Siberia Геннадий Л. Утенков; Олег А. Иванов; Татьяна Е. Иванова	395

В ходе исследований сформирован архив данных дистанционного зондирования на территорию орошаемых полей четырех южных областей Казахстана на вегетационные сезоны с 2010 по 2017 годы. Архив включает снимки низкого и среднего пространственного разрешения со спутников Terra/MODIS (250 м разрешение), Landsat-7 (30 м разрешение), Landsat-8 (30 м и 15 м разрешение) с различной периодичностью съемки (1 день и 16 дней). Также сформирован архив радарных данных со спутника Sentinel-1 за 2014-2017 годы. На данный момент архив включает в себя более 800 снимков и постоянно пополняется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанные методики мониторинга орошаемых земель в настоящее время позволяют оперативно и с большой достоверностью получать сведения о наличии полива и о пространственном расположении очагов засоления.
2. Применение коммерческих данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения позволяют получать более детализированную пространственную информацию о состоянии посевов и, соответственно, принимать более взвешенные решения о необходимости проведения тех или иных мероприятий более адресно, вплоть до масштабов отдельного поля в одном хозяйстве.
3. Существующие программные средства и применяемые методы распознавания сельскохозяйственных культур обеспечивают достоверность распознавания отдельных типов посевов в пределах 40-70 % по данным среднего пространственного разрешения и при наличии достаточного количества полевых наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. Алматы, 2015. – 582 с.
- [2] Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., D.W. Deering. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP I 351, 2001. – P. 309-317
- [3] Wentzel K. Determination of the overall soil erosion potential in the Nsikazi District (Mpumalanga Province, South Africa) using remote sensing and GIS. Canadian Journal of Remote Sensing, 2001 (28). – P. 322-327
- [4] Khan N.M., Rastoskuev V.V., Shalina E.V., Sato Y. Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators – a simple approach with use of GIS IDRISI // 22nd Asian Conference on Remote Sensing. – Singapore: 5-9 November, 2001. – P. 23-28

Chapter IV/72: THE WUEMoCA TOOL FOR MONITORING IRRIGATED CROPLAND USE AND WATER USE EFFICIENCY AT THE LANDSCAPE LEVEL OF THE ARAL SEA BASIN

Глава IV/72: Инструмент WUEMoCA для мониторинга эффективности использования орошаемых пахотных земель и воды на ландшафтном уровне бассейна Аральского моря
Sarah Schönbrodt-Stitt¹, Christopher Conrad¹, Dimo Dimov¹, Ikrom Ergashev², Fabian Löw³, Lucia Morper-Busch¹, Sherzod Muminov², Islom Ruziev², Gunther Schorch⁴, Georgy Solodky², Anatoly Sorokin², Denis Sorokin², Galina Stulina², Rustam Toshpulatov², Sherzod Zaitov², Almas Kitapbayev⁵, Katy Unger-Shayesteh⁶

DOI 10.25680/9880.2018.75.14.337

* Email: sarah.schoenbrodt-stitt@uni-wuerzburg.de

1. Department of Remote Sensing, Institute of Geography and Geology, University of Würzburg, Oswald-Külpe-Weg 86, 97074 Würzburg, Germany

2. Scientific Information Center of the Interstate Coordination of Water Commission in Central Asia (SIC ICWC), B.3 Asaka, Tashkent, 100 00, Republic of Uzbekistan

3. MapTailor Geospatial Consulting GbR, Nassestrasse 13, 53113 Bonn, Germany

4. green spin GmbH, Magdalene-Schoch-Straße 5, 97074 Würzburg, Germany

5. German-Kazak University, ul. Furmanov 173 KZ-050010 Almaty, Kazakhstan

6. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany

ABSTRACT. Water scarcity in the Aral Sea Basin together with the persistent dependency from agricultural production as well as with the effects of population growth and climate change is supposed to imply future conflicts in all water-use sectors. An efficient and sustainable irrigation agriculture will essentially contribute to sustainable regional development. Optical satellite remote sensing (RS) data such as MODIS provides necessary information for monitoring irrigated cropland use on the regional, respectively landscape scale. In this context, the WUEMoCA tool intends to provide agriculturally relevant, spatio-temporal geoinformation to support planning in the water resources management sector. Potential groups of end-users comprise policy makers and advisors from national governments but also regional and transboundary decision makers and specialists dealing with geoinformation technology and RS based analysis for sustainable land and water resources management.

Резюме. Дефицит воды в бассейне Аральского моря в сочетании с устойчивой зависимостью от сельскохозяйственного производства, а также с последствиями роста населения и изменения климата, как предполагается, делают возможными будущие конфликты во всех секторах водопользования. Эффективное и устойчивое орошаемое сельское хозяйство будет существенно способствовать устойчивому региональному развитию. Оптические данные спутникового дистанционного зондирования, такие как данные MODIS, предоставляют необходимую информацию для мониторинга использования орошаемых пахотных земель в масштабе региона и ландшафта. В этом контексте, целью инструмента WUEMoCA является предоставление значимой для сельского хозяйства пространственно-временной геoinформации для поддержки планирования в секторе управления водными ресурсами. Потенциальные группы конечных пользователей включают руководителей и советников государственных органов, а также лиц, принимающих решения на региональном и трансграничном уровне, и специалистов, занимающихся геoinформационными технологиями и анализом данных дистанционного зондирования для устойчивого управления земельными и водными ресурсами.

KEYWORDS: land and water resources, monitoring, irrigated cropland, remote sensing, geoinformation technology, informed decision-making, Aral Sea Basin

Ключевые слова: земельные и водные ресурсы, мониторинг, орошаемые пахотные земли, дистанционное зондирование, геoinформационные технологии, информированное принятие решений, бассейн Аральского моря.

INTRODUCTION

Water resources in the Aral Sea Basin (ASB) are geographically unevenly distributed [1] and shared between six countries whose economies heavily rely on the water availability. Competing interests in seasonally using water for irrigation in summer or for hydropower production in winter, but also for all-season domestic use and ecological preservation call for an effective coordination and high efficiency in water usage. Scientific findings suggest to expect a limited water availability mainly due to climate change and a simultaneously growing population [2]. The implications are supposed to foster ecological degradation and economic and transboundary conflicts on land and water resources [3]. Increasing the water use efficiency ('more crop per drop') is an important contribution to sustainable regional development [4]. However, area-wide data that enable for its assessment or prediction is still scarce in the ASB. Here, the availability of open-source, satellite-based remote sensing (RS) imagery offers great potential for filling those data gaps and for providing information on irrigated land use [5].

THE ONLINE INFORMATION TOOL WUEMOCA

The online information tool WUEMoCA (Water Use Efficiency Monitor in Central Asia) constitutes a platform that makes agriculturally relevant geoinformation largely derived from RS-based continuous monitoring freely accessible to regional users. It aims at informed decision-making to support planning in land and water management institutions and organizations. The tool is thus also supposed to promote and support the transfer of scientific results targeting the irrigated cropland use in the ASB [5,6]. Spatial focus of WUEMoCA lies on the irrigated cropland area in the ASB (approximately 8.4 Mio ha) [5], which is predominantly shared by Uzbekistan, Kazakhstan, Turkmenistan, Tajikistan, Kyrgyzstan, and Afghanistan.

DATA SOURCE

Data for monitoring mainly originates from free-of-charge MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) MOD09Q1 data products [7]. Although the pixel size of ~250m does not allow for the detection of single fields, MODIS datasets were selected because MODIS is currently the only satellite system in space that covers extensive areas such as the ASB with the required temporal data coverage for the generation of consistent time series from 2000 until today, thus allowing for retrospective analyses. Data is provided as 8-day aggregates covering the vegetation period from begin March to end October. The Normalized Difference Vegetation Index is then calculated for each scene from the provided red and near-infrared spectral bands. Vector geometries on administrative (i.e., provinces and districts) and hydrographic planning zones (i.e., Basin Irrigation Systems Authority BISA, Irrigation Systems Authority ISA, Water Users Association WUA, and channel command area) as well as reference data on land use and crop type for training and validation of land use classification were provided by Central Asian partners.

TOOL STRUCTURE

WUEMoCA presents a coherent and fully automated processing chain to calculate and visualize derived geoinformation at different levels of aggregation within an interactive, freely accessible web portal. The tool's system architecture is sub partitioned into three sequential modules (Figure 1). The processing unit as part of the application server comprises the automated steps of continuous data download and storage on the server independently from manual control. Subsequently, the processes of regional MODIS-based irrigated cropland classification [9] and, based on this, the modeling of crop yield and actual evapotranspiration [10,11] are triggered. Rasterized results are then provided to the database (DB), which acts as processing environment and spatial DB for vector and raster data. By spatially aggregating the RS-based results, the vector tables of administrative boundaries and regular raster cells (7.5km) are populated within the DB from where a map server converts data to web services and transfers them to the webportal. The tool completely builds on flexible and extensible open-source packages. Thus, the code allows for further extensions and for several technical improvements.

SET OF INDICATORS IN WUEMOCA

Indicators implemented in WUEMoCA (Table 1) build-up the contextual monitoring component of the tool. They serve as practical numerical values for routine analysis of the complex state of irrigated cropland in the ASB and generally aim at observing and analyzing the performance of the irrigated cropland within a selected area of interest. By incorporating multi-temporal RS data, derived indicators also spot at the performance of the irrigation systems over time. Indicators are provided at two temporal aggregation levels, annually and multi-annually. Information given for multi-annual indicators refers to the total monitoring period starting from the year 2000. Thus, for multi-annual indicators, the sum (e.g., fallow land frequency) or average (e.g., crop rotation) of observations from all years is considered. Additionally, indicators are provided at different available spatial aggregation levels such as provinces and districts as well as regular raster cells for the entire monitoring area. All indicators refer to the crop-growing season from 1 March to 31 October (i.e., 'agricultural year').

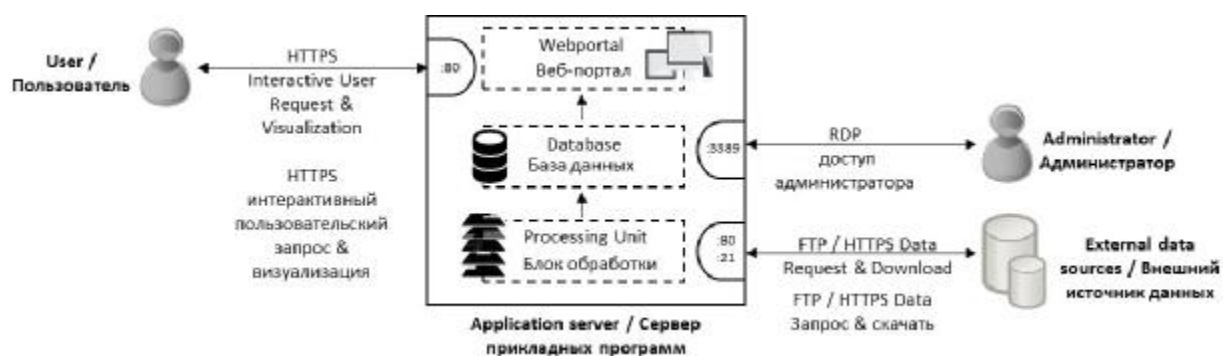


Figure 1 - Schematic overview of the system architecture of the WUEMoCA tool.

Table 1 – Indicators in WUEMoCA and further specifications (as of September 2017). Units: mm = millimeter, - = dimensionless, t = tons, ha = hectare, % = percentage, t ha⁻¹ = tons per hectare, \$ m⁻³ = US dollar per cubic meter.

Indicator and unit	Short description	Spatial aggregation level	Crop-specific information
Annual indicators			
Actual evapotranspiration (mm)	Actual quantity of water lost by evaporation and transpiration	Provinces, districts, regular raster; *	—
Available water for irrigated cropland (-)	Ratio of actual evapotranspiration to potential evapotranspiration	Provinces, districts, regular raster cells; *	—
Available water per crop (-)	Ratio of actual evapotranspiration to the crop water demand	Provinces, districts, regular raster cells; *	for cotton, rice, and wheat only
Crop yield (t ha ⁻¹)	Actual crop production per unit of harvested area	Provinces, districts, regular raster cells; *	for cotton, rice, and wheat only
Farm gross output actual (t)	Actual crop harvest quantities produced	Provinces, districts, regular raster cells; *	for cotton, rice, and wheat only
Irrigated crop acreage (ha)	Crop-specific area under irrigation	Provinces, districts, regular raster cells; *	for each crop and as sum of all crops
Irrigated crop type diversity (-)	Variety of different crop types	Provinces, districts, regular raster cells; *	—
Irrigation efficiency (-)	Efficiency in delivering water used to produce the crop by considering water intake data [8]	for Uzbek provinces and districts only	—
Irrigated land use per crop (%)	Crop-specific area share of net irrigated land	Provinces, districts, regular raster cells; *	for each crop and as sum of all crops
Temporarily unused irrigable land (%)	Area share of fallow land in total net irrigated area	Provinces, districts, regular raster cells; *	—
Water productivity**	Economic revenues per unit of water used	Provinces, districts, regular raster cells; *	for cotton, rice, and wheat only
Multi-annual indicators			
Fallow land frequency (-)	Average number of years in which land was not cultivated	Regular raster cells	—
Land use rotation (-)	Average number of land use alternations including fallow land	Regular raster cells	—
Major land use (-)	Predominant land use based on average frequency	Regular raster cells	—
Net irrigated land area (ha)	Average area equipped with irrigation infrastructure based on the irrigation extent derived from MODIS	Provinces, districts, regular raster cells; *	—

*also available for BISAs, ISAs, WUAs, and channel command areas in Uzbekistan, ** planned for 2018

WUEMOCA'S FEATURES AT A GLANCE

Figure 2 gives an overview of the tool's features. The webportal offers to gather agriculturally relevant parameters and to locate and quantify processes and changes of production for administrative areas and hydrographic planning zones. Through the user polygon tool (i.e., *My Polygons* function) and local user DB, users can interactively 'communicate' with the tool by directly uploading and/or creating own defined areas of interest for which available indicators will be calculated and aggregated on-the-fly. The implemented *Water Use Efficiency tool* (linked to *My Polygons*) enables the users to calculate specific water use efficiency indicators (e.g., irrigation efficiency) independently from data already incorporated into the DB and for any area of interest that can be uploaded to WUEMoCA as a shapefile. The results from indicator calculation will be stored in the local user DB and will be made available only for the specific user. Moreover, users are enabled to directly export retrieved information in form of common data formats (e.g., Excel tables, shapefiles, and KML) by using the *Export and Report* function.

CONCLUSIONS

1. The continuous RS-based monitoring and the use of webGIS applications enable for the development of a tool to derive and visualize supportive information on irrigated cropland and its productivity.
2. WUEMoCA can be freely accessed at www.wuemoca.net
3. The tool completely builds on flexible and extensible open-source packages. Thus, it is open to modifications and adaptations.
4. With the designed system of key indicators, WUEMoCA will contribute to the current database at the scale of the ASB.
5. Potential applications comprise the identification of marginal lands with low productivity and of areas with highest land use intensity and/or water use efficiency.
6. Groups of end-users include local, regional and transboundary decision-makers and specialists dealing with aspects of sustainable land and water resources management. Potential users may also comprise the scientific community studying environmental and ecological objectives in Central Asia.
7. Results are foreseen to be used in modeling exercises on future water requirements or to be implemented in modeling future economic and social development.
8. WUEMoCA is expected to attract the young generation at universities and research institutions with focus on geoinformation technology. This is considered as an important step towards the regional spread of the potentials of RS and geoanalytical methods and know-how.

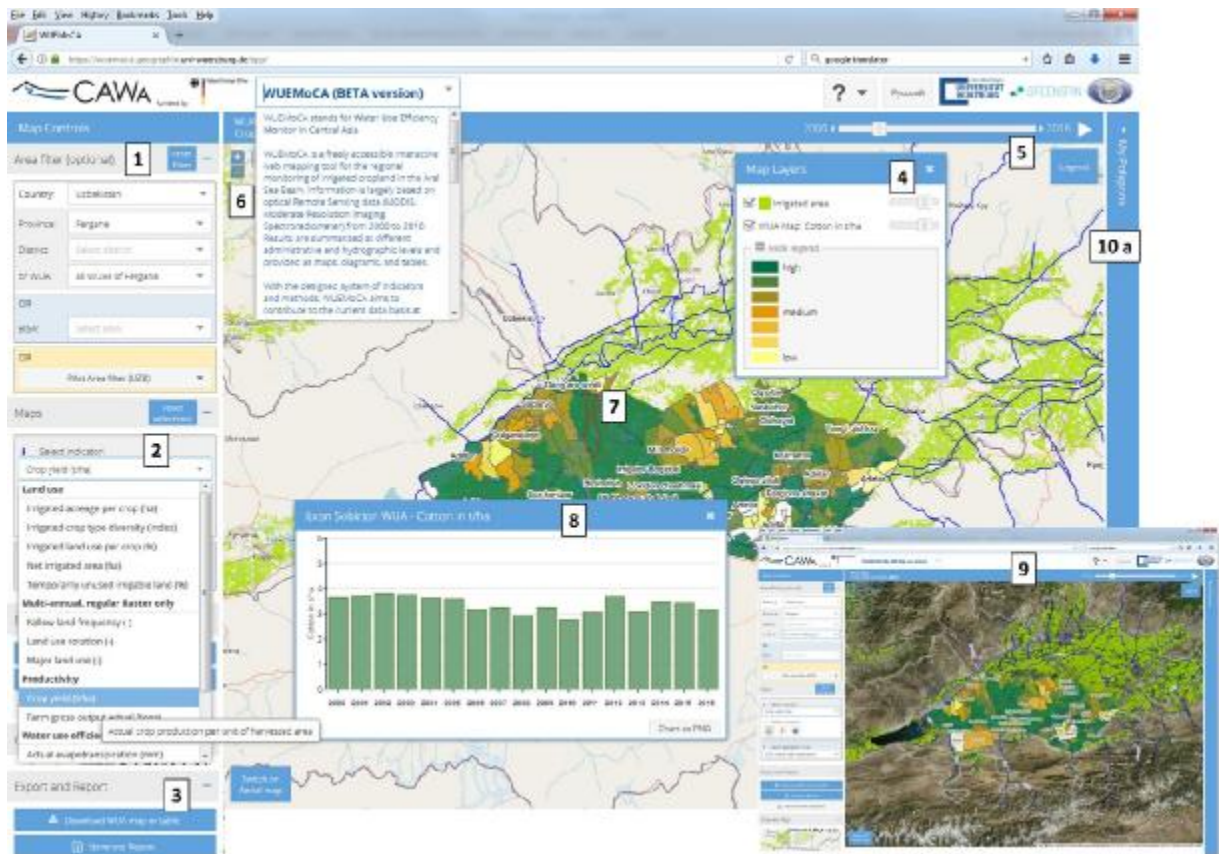


Figure 2 - Exemplary WUEMoCA features at a glance: Map control panel with (1) area filter, (2) indicator filter, and (3) export and report function to download and export data (only visible when indicator dropdown menu is not activated); map window with (4) map legend, (5) time slider for selection of year or automatic playing of entire monitoring period, (6) zoom button, (7) highlighting of selected map element, (8) diagram of selected map element with option for image download, and (9) map window when aerial map is chosen; and (10) user polygon tool (My Polygons panel) for drawing and uploading user-specific polygons with the options to calculate available indicators on-the-fly (available for download) and to fill in own data for calculation.

ACKNOWLEDGEMENTS The authors thankfully appreciate funding from the German Federal Foreign Office (grant no. AA7090002) in the framework of the CAWA project. The authors further highly acknowledge Liliana Sin from the Khorezm Rural Advisory Support Service (Urgench, Uzbekistan), Iskandar Abdullaev from the Regional

Environmental Center for Central Asia (Almaty, Kazakhstan) and their teams as well as Mirzahayot Ibrakhimov and Mustakim Akhmedov for collaboration and data provision. In addition, the authors thank all student assistants from the Department of Remote Sensing at the University of Würzburg for their valuable work.

REFERENCES

- [1]Apel, H., Abdykerimova, Z., Agalhanova, M., Baimaganbetov, A., Gavrilenko, N., Gerlitz, L., Kalashnikova, O., Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Gafurov, A. 2017. Statistical forecast of seasonal discharge in Central Asia for water resources management: development of a generic linear modelling tool for operational use. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/hess-2017-340>
- [2]Micklin, P. 2016. The future Aral Sea: hope and despair. *Environmental Earth Sciences*, 75, 844.
- [3]Dukhovny, V.A. 2010. Current problems in irrigated agriculture in Central Asia and future solutions. CAWa Symposium, November 24-26, 2010, Tashkent, Uzbekistan, 2010. Online: http://cawa-project.net/system/files/attachment/book/Session-2_Dukhovny_en.pdf
- [4]Giordano, M., Turrall, H., Scheierling, S.M., Tréguer, D.O., McCornick, P.G. 2017. Beyond 'More Crop per Drop': Evolving Thinking on Agricultural Water Productivity. IWMI Research Report No. 169. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, and Washington, DC: World Bank. Online: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26381>
- [5]Conrad, C., Schönbrodt-Stitt, S., Löw, F., Sorokin, D., Paeth, H. 2016. Cropping intensity in the Aral Sea Basin and its dependency from the runoff formation 2000-2012. *Remote Sens.* 8 (8): 630.
- [6]Conrad, C., Dech, S., Hafeez, M., Lamers, J., Tischbein, B. 2013. Remote sensing and hydrological measurement based irrigation performance assessments in the upper Amu Darya Delta, Central Asia. *Phy. Chem. Earth*, 61-62, 52-62.
- [7]Vermote, E. 2015. MOD09Q1 MODIS/Terra Surface Reflectance 8-Day L3 Global 250m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. <https://doi.org/10.5067/modis/mod09q1.006>
- [8]SIC-ICWC. 2014. Regional Information System on Water and Land Resources in the Aral Sea Basin (CAREWIB). <http://www.cawater-info.net>.
- [9]Dimov, D., Löw, F., Ibrakhimov, M., Schönbrodt-Stitt, S., Conrad, C. 2017. Feature extraction and machine learning for the classification of active cropland in the Aral Sea Basin. IGARSS conference 2017, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, July 23-28, Fort Worth, Texas, USA.
- [10]Fritsch, S. 2013. Spatial and temporal patterns of crop yield and marginal land in the Aral Sea Basin: Derivation by combining multi-scale and multi-temporal remote sensing data with a light use efficiency model. Dissertation, pp. 187, Würzburg University. Online: <opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de>
- [11]Biggs, T., Petropoulos, G.P., Velpuri, N.M., Marshall, M., Glenn, E.P., Nagler, P.L., Messina, A. 2015. Remote Sensing of Actual Evapotranspiration from Cropland. In: Thenkabail, P.S. (Ed.) *Handbook of Remote Sensing*, Publisher: Taylor & Francis.