



SAGRIS Modules for Postgraduate Education

Teachers' toolbox

1. SMART Agriculture and Digitalization



Subtopics

1. Resource-efficient approaches for sustainable agriculture
2. ICT based technologies in agriculture and smart farming tools
3. Management information systems
4. Precision agriculture (crop farming and livestock breeding)
5. Agricultural automation and robotics



Модули SAGRIS для послевузовского образования Инструментарий преподавателя

1. «Умное» сельское хозяйство и цифровизация



подтемы

1. Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства
2. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия
3. Системы управления информацией в сельском хозяйстве
4. Точное сельское хозяйство (растениеводство и животноводство)
5. Автоматизация сельского хозяйства и робототехника



Preface

In the frame of the Erasmus+ project Enhancement of Postgraduate Studies on Sustainable Agriculture and Future Farming Systems (SAGRIS) 4 modules are developed as a joint action of the participating higher education institutions from the Russian Federation, Republic of Kazakhstan, Poland, Czech Republic and Germany and supported by national bodies in research and education:

Module 1: SMART Agriculture and Digitalisation

Module 2: Crop and Livestock Systems under Climate Change

Module 3: Advanced Methods of Scientific Working

Module 4: Transdisciplinary Research Methods for Sustainable agriculture

The modules will be implemented at all participating Russian and Kazakh higher education institutions, involving a wide range of teaching staff. Therefore, complementary to the brief module descriptions, which outline scope, content and structure of each module, further material and resources to teach and implement the modules has been compiled to provide manuals (toolboxes) and facilitate the work of the teachers.

This compilation for module 1 was elaborated by the members of the module working group listed in the annex under the lead of Prof. Dr. sc. agr. Heinrich Schuele (Nuertingen-Geislingen University), Professor Kuanysh Zholamanov (Kazakh National Agrarian Research University), Dr.Assoc.Prof Vitalii Tikhonovskiy (Novosibirsk State Agrarian University).



Предисловие

В рамках проекта Erasmus+ "Совершенствование послевузовского образования в сфере устойчивого сельского хозяйства и агросистем будущего" (SAGRIS) при сотрудничестве высших учебных заведений Российской Федерации, Республики Казахстан, Польши, Чешской Республики и Германии, а также при поддержке национальных организаций в области научных исследований и образования было разработано 4 модуля:

Модуль 1: «УМНОЕ» сельское хозяйство и цифровизация

Модуль 2: Системы растениеводства и животноводства в условиях изменения климата

Модуль 3: Современные методы научных исследований

Модуль 4: Трансдисциплинарные методы исследований для устойчивого сельского хозяйства

Модули будут внедрены во всех участвующих вузах России и Казахстана с привлечением широкого круга профессорско-преподавательского состава. В связи с этим, в дополнение к кратким описаниям модулей, в которых излагаются сфера охвата, содержание и структура каждого модуля, были составлены дополнительные материалы и ресурсы для преподавания и реализации модулей с целью предоставления пособий (инструментариев) и облегчения работы преподавателей.

Настоящий инструментарий для модуля 1 был разработан членами рабочей группы по модулю, перечисленными в приложении к данному документу под руководством профессора, д-ра с.-х. наук Хайнриха Шуле (Университет Нюртинген-Гайслинген), профессора Куаныша Жоламанова (Казахский национальный аграрный исследовательский университет), к.н., доцента кафедры "Машины и тракторный парк" Виталия Тихоновского (Новосибирский государственный аграрный университет).



Table of contents / Оглавление

I. The intention of the module	1
I. Цель модуля.....	2
II. Design of the module.....	3
II. Дизайн модуля	4
III. Content of Sub-Topics and Units.....	5
III. Содержание подтем и единиц измерения	6
1. Resource-efficient approaches for sustainable agriculture	7
1. Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства	8
Structure of Subtopic 1 Resource-efficient approaches for sustainable agriculture.....	9
Структура Подтемы 1 Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства.....	10
1.1. The state and prospects of resource efficiency in agriculture.	11
1.1. Состояние и перспективы ресурсосбережения в сельском хозяйстве	12
1.2 Fundamental scientific theories in the field of resource- efficient technologies	13
1.2 Фундаментальные научные теории в области ресурсосберегающих технологий	14
1.3 Resources used in agricultural production (natural, human and financial resources).....	15
1.3 Ресурсы, используемые в сельскохозяйственном производстве (природные, людские и финансовые ресурсы)	16
1.4 Resource-efficient lifestyle in agriculture	17
1.4 Ресурсосберегающий образ жизни в сельском хозяйстве.....	18
1.5 Resource- efficient management mechanisms	19
1.5 Ресурсосберегающие механизмы управления	20
1.6 Resource-efficient systems in various areas of production (industries)	21
1.6 Эффективность ресурсосберегающих систем в различных сферах производства (отраслях) 22	
1.7 The effectiveness of resource-efficient technologies	23
1.7 Эффективность ресурсосберегающих технологий.....	24
2. Digital technologies in agriculture and Smart Farming techniques	25
2. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия.....	26
Structure of Subtopic 2 ICT based technologies in agriculture and smart farming tools.....	27
Структура Подтемы 2 Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия.....	28
2.1 Technical Foundations of Digital Farming	29
2.1 Технические основы цифрового земледелия	30
2.2 The technical basis of digital technologies and smart systems in agriculture	31
2.2 Техническая основа цифровых технологий и умных систем в сельском хозяйстве	32



2.3 Local meteorological stations	33
2.3 Местные метеорологические станции	34
2.4 Principles and application of Digital Image Processing, GIS Systems	35
2.4 Принципы и применение цифровой обработки изображений, ГИС-системы	36
2.5 Aerial and satellite pictures. Real time systems.	37
2.5 Аэро- и спутниковые снимки..	38
2.6 Unmanned aerial vehicles (UAVs).....	39
2.6 Беспилотные летательные аппараты (БЛА)	40
2.7 Operation and use of unmanned aerial vehicles in agriculture	41
2.7 Функционирование и использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве	42
3. Management Information Systems.....	43
3. Системы управления информацией в сельском хозяйстве.....	44
3.1 Classification of information management systems. Examples of use in agriculture	47
3.1 Классификация систем управления информацией. Примеры использования в сельском хозяйстве	48
3.2 Software for agricultural enterprises in crop production and livestock breeding	49
3.2 Программное обеспечение сельскохозяйственных предприятий в растениеводстве и животноводстве.....	50
3.3 Farm information management functions	49
3.3 Функции управления информацией на фермах	52
3.4 Artificial Intelligence. Introduction to definitions of artificial intelligence. Areas of research in the field of artificial intelligence. Models and practical applications in agriculture.....	53
3.4 Искусственный интеллект. Введение в определения искусственного интеллекта. Направления исследований в области искусственного интеллекта. Модели и практическое применение в сельском хозяйстве	54
3.5 Database. Classification of databases, application in agriculture.	55
3.5 Базы данных. Классификация баз данных, применение в сельском хозяйстве.	56
4. Precision Agriculture (crop farming and livestock breeding)	57
4. Точное сельское хозяйство (растениеводство и животноводство).....	58
4.1 Precision Agriculture	61
4.1.1 Variable rate application & Site specific crop management	61
4.1 Точное земледелие	62
4.1.1 Дифференцированное внесение удобрений & точное земледелие	62
4.1.2 Parallel tracking / guidance systems	62
4.1.2 Параллельное отслеживание /системы навигации	66
4.1.3 Use of unmanned aerial systems (UAS) in agriculture.....	67



4.1.3 Использование беспилотных летательных аппаратов (UAS) в сельском хозяйстве	68
4.2 Precision Livestock Farming.....	69
4.2.1 Elements and examples of precision dairy cattle breeding	71
4.2 Точное животноводство	72
4.2.1 Элементы и примеры точного молочного скотоводства	72
4.2.2 Elements and examples of precision pig breeding	73
4.2.2 Элементы и примеры точного свиноводства	74
4.2.3 Elements and examples of precision poultry farming.....	75
4.2.3 Элементы и примеры точного птицеводства	76
5. Agricultural automation and robotics	77
5. Автоматизация сельского хозяйства и робототехника.....	78
5.1 Telemetrics	81
5.1 Телеметрические системы.....	82
5.2 Internet of things	85
5.2 Интернет вещей	86
5.3 Robotics.....	87
5.3 Робототехника	88
5.4 Artificial Intelligence	89
5.4 Искусственный интеллект	90
5.5 Autonomous controlled agricultural machinery.....	91
5.5 Автономно-управляемая сельскохозяйственная техника	92
Literature – overall list	93
Литература - общий список.....	95
Contributions В разработке участвовали	97

Enhancement of Postgraduate Studies
on Sustainable Agriculture and Future Farming Systems
Project number 610383-EPP-1-2019-1-DE-EPPKA2-CBHE-JP



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





I. The intention of the module

After completion of the module, graduates understand the technical background of Smart Farming Systems and digital technologies used in agricultural production. They understand the potential of Smart Farming methods in order to increase resource-efficiency of agricultural production and sustainability of farming systems. Furthermore, they are able to evaluate, assess and discuss the resource efficiency of different agricultural production systems.

They know what kind of Precision Farming technologies are/can be applied in crop and livestock farming and understand how these methods can be integrated into a holistic Farm Management Information System. Furthermore, they know and understand future developments towards the introduction of automated systems and the use of robots in agricultural production.

Competencies: Postgraduate / doctoral students

- ▶ demonstrate their understanding of the potential of digital technologies and Smart Farming methods for the increase of resource-efficiency of agricultural production.
- ▶ can explain and demonstrate the technical background and functionality of Smart Farming systems for crop and animal production.
- ▶ understand the functions of Farm Management Information Systems in practical agriculture and are capable of using Farm Management data for research purposes.

Skills: Postgraduate / doctoral students are able

- ▶ to describe and discuss the potential of Smart Farming technologies for increasing the resource-efficiency of agricultural production.
- ▶ to use and operate smart farming equipment and digital farming technologies, they are able to evaluate them and to use the results obtained for research purposes.
- ▶ to apply Farm Management Information Systems in agricultural enterprises and to operate selected software systems.

Knowledge: Postgraduate / doctoral students acquire (advanced) knowledge

- ▶ on Smart Farming Systems, ICT-based technologies used in the agricultural sector and the development of automated systems and robotics in agricultural production.
- ▶ on the concepts and indicators of sustainability and innovative digital-based technological approaches to increase resource-efficiency of agricultural production;
- ▶ on Farm Management Information Systems and Agricultural Decision Support Systems based on artificial intelligence.

For this, SAGRIS module 1 provides professional, methodological and practical content on

- ▶ Resource-efficient approaches for sustainable agriculture
- ▶ ICT based technologies in agriculture and smart farming tools
- ▶ Management information systems
- ▶ Precision agriculture (crop farming and livestock breeding)
- ▶ Agricultural automation and robotics



I. Цель модуля

Цель модуля - теоретические и практические навыки по разработке и применению ресурсосберегающих подходов на основе современных, инновационных технологий для развития устойчивого сельского хозяйства путем формирования и развития компетенций в сфере профессиональной деятельности.

По окончании модуля выпускники понимают техническую основу «умных» систем (Smart Farming Systems) и цифровых технологий, применяемых в сельскохозяйственном производстве. Они понимают потенциал умных методов для сельского хозяйства (Smart Farming) с целью повышения ресурсоэффективности (ресурсосбережения) сельскохозяйственного производства и устойчивого земледелия. Аспиранты/ докторанты могут оценить и обсудить ресурсосбережение в различных системах аграрного производства.

Обучающиеся знают, какие технологии точного земледелия могут применяться в растениеводстве и животноводстве, и понимают, как эти методы могут быть интегрированы в целостную информационную систему управления сельскохозяйственным производством. Они знают и понимают будущие разработки по внедрению автоматизированных систем и использованию роботов в сельскохозяйственном производстве.

Компетенции: аспиранты/ докторанты

- ▶ способны понимать потенциал цифровых технологий и умных методов в сельском хозяйстве (Smart Farming) для повышения ресурсосбережения аграрного производства;
- ▶ способны объяснять и демонстрировать техническую базу и функциональные возможности умных систем в растениеводстве и животноводстве,
- ▶ способны понимать информационные технологии в области управления современным фермерским хозяйством. Понимает функции информационных систем управления в производственных условиях и способны использовать данные знания в исследовательских целях.

Умения: Аспиранты/ докторанты

- ▶ умеют описывать и обсуждать потенциал умных технологий в сельском хозяйстве (Smart Farming) для повышения ресурсосбережения в аграрном производстве;
- ▶ умеют использовать цифровые технологии и умную технику для ведения сельского хозяйства, оценивать их и использовать полученные результаты в исследовательских целях;
- ▶ могут применять информационные системы управления фермерским хозяйством на сельскохозяйственных предприятиях и эксплуатировать выбранные программные комплексы.

Знания: Аспиранты/ докторанты знают

- ▶ цифровые системы (Smart Farming Systems), технологии на базе ИКТ, используемые в аграрном секторе; развитие автоматизированных систем и робототехники в сельскохозяйственном производстве;
- ▶ концепции и показатели устойчивости; инновационные цифровые технологические подходы для повышения ресурсосбережения сельскохозяйственного производства;
- ▶ информационные системы управления производством и системы поддержки принятия решений в сельском хозяйстве, основанные на искусственном интеллекте.



II. Design of the module

Module 1 is composed out of five main parts (subtopics):

Subtopic 1	Resource-efficient approaches for sustainable agriculture (0.7 credits ECTS = 21 hours)
Subtopic 2	ICT based technologies in agriculture and smart farming tools (0.93 credits ECTS = 28 hours)
Subtopic 3	Management information systems (0.8 credits ECTS = 24 hours)
Subtopic 4	Precision agriculture (crop farming and livestock breeding) (1.0 credits ECTS = 30 hours)
Subtopic 5	Agricultural automation and robotics (0.57 credits ECTS = 17 hours)



II. Дизайн модуля

Модуль 1 состоит из пяти основных частей (подтем):

Подтема 1	Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства (0,7 кредитов ECTS = 21 час)
Подтема 2	Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия, (0,93 кредитов ECTS = 28 часов)
Подтема 3	Системы управления информацией в сельском хозяйстве (0,8 кредитов ECTS = 24 часа)
Подтема 4	Точное сельское хозяйство (растениеводство и животноводство) (1.0 кредитов ECTS = 30 часов)
Подтема 5	Автоматизация сельского хозяйства и робототехника (0,57 кредитов ECTS = 17 часов)



III. Content of Sub-Topics and Units



III. Содержание подтем и единиц измерения



1. Resource-efficient approaches for sustainable agriculture

Human efforts aimed at producing more food made a huge impact on the environment. Application of traditional agricultural technologies has increased the losses of arable land and resulted in a steady soil deterioration. At the present moment and in future as well, sustainable agriculture can solve the problem of resource consumption and resource-saving. PhD students will get theoretical and practical skills on development and application of resource-saving approaches based on modern innovative technologies for sustainable agriculture.

Learning outcomes

Competence 1: PhD-students are able to discuss and assess resource-efficient approaches to farming systems.

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know resource-saving approaches for smart agriculture when applying digitalization, as well as indicators of resource-efficiency.
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to find, analyze, classify and summarize information on resource-saving approaches for agricultural production.

Competence 2: PhD-students understand the potential of digital technologies / Smart Farming methods for the increase of resource-efficiency of agricultural production.

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know innovative digital-based technological approaches to resource-saving technologies.
- ▶ Knowledge 2: PhD-students know the methods for planning, monitoring and assessing the work quality
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to utilize high-tech issues and instruments to assess the timing, quality and efficiency of conservation approaches in the frame of research projects.)

Content

Professional content: Obtaining and consolidating theoretical knowledge on the concept of resource-efficient approaches for the development of sustainable agriculture through the formation and development of competencies in the field of professional activity.

Methodological content: Methodology of scientific analysis and thinking, scientific and methodological approaches and methods of decision-making and their implementation in practice.

Practical content: Qualified identification and solution of practical and professional problems of resource-efficient technologies.

Interdisciplinary content: Connection with subjects: Information Technology, Technology of Agricultural Production, Modelling, Physics, Mathematics, Ecology.



1. Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства

Усилия человека произвести больше продовольствия оставляют свой след на окружающей среде. Постоянное использование традиционных агротехнологий усилило потери пахотных площадей и привело к неуклонному ухудшению качества почв. Достижение устойчивого развития сельского хозяйства в настоящее время и в перспективе требует решения проблемы оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения. Аспиранты и докторанты получают теоретические и практические навыки разработки и применения ресурсосберегающих подходов на основе современных инновационных технологий для развития устойчивого сельского хозяйства.

Результаты обучения

Компетенция 1: Способны обсуждать и оценивать ресурсосберегающие подходы в системах агропользования.

- ▶ Знания 1: Ресурсосберегающие подходы для умного сельского хозяйства при цифровизации; показатели ресурсосбережения.
- ▶ Умения 1: Могут находить, анализировать, классифицировать и обобщать информацию о ресурсосберегающих подходах для сельскохозяйственного производства.

Компетенция 2: Способен оценивать потенциал цифровых технологий / методов Smart Farming для повышения ресурсоэффективности (ресурсосбережения) аграрного производства.

- ▶ Знания 1: Инновационные цифровые технологические подходы к ресурсосберегающим технологиям.
- ▶ Знания 2: Методы планирования, мониторинга и оценки качества работы.
- ▶ Умения 1: Умеют использовать высокотехнологичные вопросы и инструменты для оценки сроков, качества и эффективности природоохранных подходов в рамках исследовательских проектов.

Содержание

Профессиональное: Получение и закрепление теоретических знаний по концепции ресурсосберегающих подходов для развития устойчивого сельского хозяйства путем формирования и развития компетенций в сфере профессиональной деятельности

Методологическое: Методология научного анализа и мышления, научно-методические подходы и методы принятия решений и их реализации на практике

Практическое: Квалифицированное выявление и решение практических и профессиональных проблем ресурсосберегающих технологий

Междисциплинарное: Связь с дисциплинами: информационные технологии, технологии производства сельскохозяйственной продукции, моделирование, физика, математика, экология.



1. Structure of Subtopic 1
2. Resource-efficient approaches for sustainable agriculture

Name of sections, topics	Types of educational work (academic hours)				
	Contact work			Others (for example, consultations)	Individual work
	Lectures	Laboratory works	Practical studies		
1.1 The state and prospects of resource efficiency in agriculture. Basic scientific theories and the formation of a strategy in the field of resource efficiency. Resource-efficient systems in agriculture	2				
1.2 Fundamental scientific theories in the field of resource-efficient technologies			2		1
1.3 Resources used in agricultural production (natural, human and financial resources). Goals and objectives of resource efficiency. Resource-efficient technologies in agriculture, the potential of digital technologies in terms of resource efficiency.	3				
1.4. Resource-efficient lifestyle in agriculture. The sequence of the formation of resource-saving effect, Technological structure of the agro-industrial sector. Structuring and developing resource-saving lifestyles in agriculture.			3		2
1.5 Resource- efficient management mechanisms (Organizational factors, legislative and regulatory support. Measures to support resource- efficient technologies)	1				
1.6 Resource-efficient systems in various areas of production (industries). Modeling resource-efficient systems, resource-efficient innovative projects.			3		2
1.7. The effectiveness of resource-efficient technologies (Economic and environmental impact of resource-efficient technologies. Methodology for assessing resource-efficient technologies).	2				

3. Структура Подтемы 1

4. Ресурсосберегающие подходы для устойчивого сельского хозяйства

Название раздела, тема	Вид академической работы (академические часы)				
	Контактная работа			Прочее (например, консультации)	Индивидуальная работа
	Лекции	Лабораторная работа	Практические занятия		
1.1 Состояние и перспективы ресурсосбережения в сельском хозяйстве. Основные научные теории и формирование стратегии в области ресурсосбережения. Эффективность систем ресурсосбережения в сельском хозяйстве	2				
1.2 Фундаментальные научные теории в области ресурсосберегающих технологий			2		1
1.3 Ресурсы, используемые в сельскохозяйственном производстве (природные, людские и финансовые ресурсы). Цели и задачи ресурсосбережения. Ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве, потенциал цифровых технологий с точки зрения ресурсосбережения.	3				
1.4. Ресурсосберегающий образ жизни в сельском хозяйстве, Последовательность формирования ресурсосберегающего эффекта, Технологическая структура агропромышленной сферы. Структурирование и развитие ресурсо-сберегающего образа жизни в сельском хозяйстве.			3		2
1.5 Ресурсосберегающие механизмы управления (Организационные факторы, законодательная и нормативная поддержка. Меры по поддержке ресурсосберегающих технологий)	1				
1.6 Эффективность ресурсосберегающих систем в различных сферах производства (отраслях). Моделирование ресурсосберегающих систем, ресурсосберегающие инновационные проекты.			3		2
1.7. Эффективность ресурсосберегающих технологий (Экономическая и экологическая эффективность ресурсосберегающих технологий. Методика оценки ресурсосберегающих технологий).	2				

5. 1.1. The state and prospects of resource efficiency in agriculture.

Basic scientific theories and the formation of a strategy in the field of resource efficiency. Resource-efficient systems in agriculture

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	O. Tsybikova (BSAA), O. Vlasova (SSAU), A. Kushenbekova (WKATU)		

Brief description of the teaching unit

Resource conservation is a comprehensive and purposeful work on saving and rational use of resources. Analyzing the authors' scientific and methodological approaches to assessing the concept of "resource conservation", we should distinguish three main directions of the subject area of research: economic, technical and technological and environmental, with material, energy, labor, natural and technical resources being the object of study.

One of the founders of the theory N.F. Reimers understands the essence of "resource saving" as "production and realization of final products with the minimum consumption of substance and energy at all stages of the production cycle with the least impact on people and natural systems" [6].

The basic scientific approach is to consider "resource conservation" as a set, set or system of interrelated activities, a process, an outcome or an indicator. The efficiency of agriculture can be significantly increased through the organization of production on the principles of resource- and energy saving, as well as with the transition to innovative methods of development: energy saving in agriculture, conservation agriculture system, introduction of advanced mechanization tools, drip irrigation system, use of variety change and variety renewal, introduction of minimum tillage system.

Literature/ available resources for students

1. Zhang, Qin (Hg.) (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M.A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.
4. Digitalisation Agricultural Complex and the Russian. (2018). *Ministry of Agriculture of the Russian Federation*.
5. Truflyak, E.V. (2019). *Precision farming*. St. Petersburg: Lan ELS p. 376. <https://e.lanbook.com/book/122186>.
- Fedorenko, V.F. (2017). *Smart systems in agriculture*. Moscow: Rosinformagroteh Publ., p. 159. <https://lib.rucont.ru/efd/653956>.
6. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018): *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Retrived from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
7. Noack, Patrick Ole. (2019). *Precision Farming – Smart Farming – Digital Farming*. Berlin.

Further resources for teachers

1. *The concept of applying precision farming systems in the Republic of Kazakhstan*. (2017).
2. *Recommendations on applying space technology for maintaining a precision farming system in the Republic of Kazakhstan*. (2018).



6. 1.1. Состояние и перспективы ресурсосбережения в сельском хозяйстве

Основные научные теории и формирование стратегии в области ресурсосбережения.
Эффективность систем ресурсосбережения в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Цыбикова О.М. (БГСХА), Власова О.И. (СтГАУ), Кушенбекова А. (ЗКАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Ресурсосбережение – комплексная и целенаправленная работа по экономии и рациональному использованию ресурсов.

Анализируя научно-методические подходы авторов к оценке понятия «ресурсосбережение», следует выделить три основных направления предметной области исследования: экономическую, технико-технологическую и экологическую, при этом объектом исследования служат материальные, энергетические, трудовые, природные, технические ресурсы.

Один из основоположников теории Н.Ф. Реймерс понимает сущность «ресурсосбережения» как «производство и реализацию конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла с наименьшим воздействием на человека и природные системы» [6].

Основной научный подход сводится к рассмотрению «ресурсосбережения» как комплекса, совокупности или системы взаимосвязанных мероприятий, процесса, результата или показателя. Эффективность сельского хозяйства можно существенно повысить за счет организации производства на принципах ресурсо- и энергосбережения, а также с переходом к инновационным методам развития: энергосбережение в сельском хозяйстве, система сберегающего земледелия, внедрение прогрессивных средств механизации, система капельного полива, использование сортосмены и сортообновления, внедрение системы минимальной обработки почвы.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Корсунова, Т.М. (2019). *Устойчивое сельское хозяйство*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 132. <https://e.lanbook.com/book/113920>
2. Кирюшин, В.И. (2015). *Учебное пособие по Агротехнологии*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 464 <https://e.lanbook.com/book/64331>
3. Труфляк, Е.В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар: КубГАУ, с. 100.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Программа по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы «Агробизнес – 2020». Постановление Правительства РК от 18.02.2013г.
2. *Программ развития агропромышленного комплекса Российской Федерации*. Министерство сельского хозяйства, 2018.
3. www.minfin.gov.kz, www.stat.gov.kz, www.kase.kz, www.investfunds.kz, www.nationalbank.kz и др.



7. 1.2 Fundamental scientific theories in the field of resource- efficient technologies

Form of study/ teaching:	Practical exercises		
Contact hours	2	Individual work (hours)	1
Developers	O. Tsybikova (BSAA), O. Vlasova (SSAU), A. Kushenbekova (WKATU)		

Brief description of the teaching unit

Resource conservation is a comprehensive and purposeful work on saving and rational use of resources. Analyzing the authors' scientific and methodological approaches to assessing the concept of "resource conservation", we should distinguish three main directions of the subject area of research: economic, technical and technological and environmental, with material, energy, labor, natural and technical resources being the object of study.

One of the founders of the theory N.F. Reimers considers the essence of resource conservation through the prism of the concept of "resource-saving technology", understanding it as "production and implementation of end products with the minimum consumption of substance and energy at all stages of the production cycle with the least impact on people and natural systems" [6].

The main scientific approach to the definition of the concept of "resource conservation" is to consider it as a complex, set or system of interrelated activities, process, result or indicator.

The efficiency of agriculture can be significantly increased through the organization of production on the principles of resource- and energy saving, as well as with the transition to innovative methods of development: energy saving in agriculture, conservation agriculture system, introduction of advanced mechanization tools, drip irrigation system, use of variety change and variety renewal, introduction of minimum tillage system.

Literature/ available resources for students

1. Zhang, Qin (Hg.) (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M.A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.
4. *Digitalisation Agricultural Complex and the Russian*. (2018). Ministry of Agriculture of the Russian Federation.
5. Truflyak, E.V. (2019). *Precision farming*. St. Petersburg: Lan ELS p. 376. <https://e.lanbook.com/book/122186>.
6. Fedorenko, V.F. (2017). *Smart systems in agriculture*. Moscow: Rosinformagroteh Publ., p. 159. <https://lib.rucont.ru/efd/653956> .
7. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018): *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Retrived from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
7. Noack, Patrick Ole. (2019). *Precision Farming – Smart Farming – Digital Farming*. Berlin.

Further resources for teachers

1. *The concept of applying precision farming systems in the Republic of Kazakhstan*. (2017).
2. *Recommendations on applying space technology for maintaining a precision farming system in the Republic of Kazakhstan*. (2018).



8. 1.2 Фундаментальные научные теории в области ресурсосберегающих технологий

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	1
Разработчики	Цыбикова О.М. (БГСХА), Власова О.И. (СтГАУ), Кушенбекова А. (ЗКАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Ресурсосбережение – комплексная и целенаправленная работа по экономии и рациональному использованию ресурсов.

Анализируя научно-методические подходы авторов к оценке понятия «ресурсосбережение», следует выделить три основных направления предметной области исследования: экономическую, технико-технологическую и экологическую, при этом объектом исследования служат материальные, энергетические, трудовые, природные, технические ресурсы.

Один из основоположников теории Н.Ф. Реймерс рассматривает сущность ресурсосбережения через призму понятия «ресурсосберегающей технологии», понимая под ней «производство и реализацию конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла с наименьшим воздействием на человека и природные системы» [6].

Основной научный подход к определению понятия «ресурсосбережение» сводится к рассмотрению его как комплекса, совокупности или системы взаимосвязанных мероприятий, процесса, результата или показателя.

Эффективность сельского хозяйства можно существенно повысить за счет организации производства на принципах ресурсо- и энергосбережения, а также с переходом к инновационным методам развития: энергосбережение в сельском хозяйстве, система сберегающего земледелия, внедрение прогрессивных средств механизации, система капельного полива, использование сортосмены и сортообновления, внедрение системы минимальной обработки почвы.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Корсунова, Т.М. (2019). *Устойчивое сельское хозяйство*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 132. <https://e.lanbook.com/book/113920>
2. Кирюшин, В.И. (2015). *Учебное пособие по Агротехнологии*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 464 <https://e.lanbook.com/book/64331>
3. Труфляк, Е.В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар. КубГАУ, с. 100.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Программа по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы «Агробизнес – 2020». Постановление Правительства РК от 18.02.2013г.
2. *Программ развития агропромышленного комплекса Российской Федерации*. Министерство сельского хозяйства, 2018.
3. www.minfin.gov.kz, www.stat.gov.kz, www.kase.kz, www.investfunds.kz, www.nationalbank.kz и др.



9. 1.3 Resources used in agricultural production (natural, human and financial resources)

Goals and objectives of resource efficiency. Resource-efficient technologies in agriculture, the potential of digital technologies in terms of resource efficiency

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	3	Individual work (hours)	
Developers	M. Ongayev (WKATU), O. Benyukh (KRU), S. Shchukin (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

In this topic, the lecture-visualization will reveal the resources used in agricultural production (natural, human and financial). A special place is occupied by land resources: the composition, structure and condition of land resources, the efficiency of the use of land resources in agriculture. Attention will be paid to labor resources: the composition and structure of labor resources, features and efficiency of the use of labor resources in agriculture.

The goals and objectives of resource conservation are given. Attention will be paid to resource-saving technologies in agriculture, and the potential of digital technologies in terms of resource conservation will be revealed.

Literature/ available resources for students

1. Smagin, B.I., Akindino, V.V. (2007). *Efficiency of resource potential use in agricultural production. Scientific publication*. Michurinsk: Mich GAU, p. 150.
2. Trufiljak, E.V. (2015). *Resource-saving technologies and technical means in crop production: a course of lectures*. Krasnodar: Kuban GAU, p. 69.

Literature/ available resources for students

1. Revyakin, E.L., Tabashnikov, A.T., Samoilenko, E.M., Dragaitsev, V.I. (2011). *Resource-saving technologies: status, prospects, efficiency*. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", p. 156.
2. Minakova, I.A. (2014). *Economics of Agriculture*. Moscow: INFRA-M, p. 346.
3. www.scopus.com
4. <https://elibrary.ru/>
5. <http://www.fao.org>
6. Infra-M Publishing House Electronic Library System (<https://znanium.com>)
7. The electronic library system of Lan Publishing House (<https://e.lanbook.com>)
8. The electronic library system of the Yurite Publishing House (<https://biblio-online.com>)
9. Electronic Periodical Reference Guide (<https://www.garant.ru>)
10. Republican Interuniversity Digital Library (<http://rmebrk.kz/>)



10. 1.3 Ресурсы, используемые в сельскохозяйственном производстве (природные, людские и финансовые ресурсы)

Цели и задачи ресурсосбережения. Ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве, потенциал цифровых технологий с точки зрения ресурсосбережения

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Онаев М.О. (ЗКАТУ), Бенюх О.А. (АБКРУ), Щукин С.Г.(НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

В данной теме лекции-визуализации будут раскрыты ресурсы, используемые в сельскохозяйственном производстве (природные, людские и финансовые). Особенное место занимают земельные ресурсы: состав, структура и состояние земельных ресурсов, эффективность использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве. Будет уделено внимание трудовым ресурсам: состав и структура трудовых ресурсов, особенности и эффективность использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве.

Даны цели и задачи ресурсосбережения. Будет уделено внимание ресурсосберегающим технологиям в сельском хозяйстве, раскрыт потенциал цифровых технологий с точки зрения ресурсосбережения.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Смагин, Б.И., Акиндинов, В.В. (2007). *Эффективность использования ресурсного потенциала в аграрном производстве*. Мичуринск: Мич ГАУ, с. 150.
2. Труфляк, Е.В. (2015). *Ресурсосберегающие технологии и технические средства в растениеводстве: курс лекций*. Краснодар: Кубанский ГАУ, с. 69.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Ревякин, Е.Л., Табашников, А.Т., Самойленко, Е.М., Драгайцев, В.И. (2011). *Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность*. Москва, ФГБНУ «Росинформагротех», с. 156.
2. Минакова, И.А. (2014). *Экономика сельского хозяйства*. Москва: ИНФРА-М, с. 346.
3. www.scopus.com
4. <https://elibrary.ru/>
5. <http://www.fao.org>
6. Электронно-библиотечная система Издательства «Инфра-М» (<https://znanium.com>)
7. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com>)
8. Электронно-библиотечная система Издательства «Юрайт» (<https://biblio-online.com>)
9. Электронный периодический справочник (<https://www.garant.ru>)
10. Республиканская межвузовская электронная библиотека (<http://rmebrk.kz/>)



11. 1.4 Resource-efficient lifestyle in agriculture

The sequence of the formation of resource-saving effect, Technological structure of the agro-industrial sector. Structuring and developing resource-saving lifestyles in agriculture

Form of study/ teaching:	Practical exercises		
Contact hours	3	Individual work (hours)	2
Developers	M. Ongayev (WKATU), O. Benyukh (ABKRU), S. Shchukin (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

During the seminar, attention will be focused on understanding the resource-saving lifestyle in agriculture, the sequence of the formation of the resource-saving effect will be analyzed.

The technological structure of the agro-industrial sphere, specialization and concentration of agricultural production will be considered, the possibilities of structuring and developing a resource-saving lifestyle in agriculture will be examined.

Literature/ available resources for students

1. Yureshev, V.M. (2017). *Resource Conservation Management in Agroindustrial Complex: short course of lectures for 38.03.02 Management*. Saratov: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saratov State Agrarian University, p. 80.
2. Fedorenko, V.F., Tikhonravov, V.S. (2006). *Resource saving in the agroindustrial complex: innovations and experience*. Moscow: FGUN Rosinformagrotekh, p. 328.

Further resources for teachers

1. Minakova, I.A. (2014). *Economics of agriculture*. Ed. 3, revised and extended. Moscow: INFRA-M, p. 346
2. Truflyak, E.V. (2015). *Resource-saving technologies and technical means in crop production: a course of lectures*. Krasnodar: Kuban GAU, p. 69.
3. *Shatalova*, T.N. et al. (1999). *Resource potential of agricultural enterprises (formation and use)*. Orenburg: OGAU Publishing Center, p. 262.
4. www.scopus.com
5. <https://elibrary.ru/>
6. <http://www.fao.org>
7. Infra-M Publishing House Electronic Library System (<https://znanium.com>)
8. The electronic library system of Lan Publishing House (<https://e.lanbook.com>)
9. The electronic library system of the Yurite Publishing House (<https://biblio-online.com>)
10. Electronic Periodical Reference Guide (<https://www.garant.ru>)
11. Republican Interuniversity Digital Library (<http://rmebrk.kz/>)



12. 1.4 Ресурсосберегающий образ жизни в сельском хозяйстве

Последовательность формирования ресурсосберегающего эффекта, Технологическая структура агропромышленной сферы. Структурирование и развитие ресурсо-сберегающего образа жизни в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Онаев М.О. (ЗКАТУ), Бенюх О.А. (АБКРУ), Шукин С.Г.(НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

При проведении семинара будет акцентировано внимание на понимание ресурсосберегающего образа жизни в сельском хозяйстве, проанализирована последовательность формирования ресурсосберегающего эффекта. Будет рассмотрена технологическая структура агропромышленной сферы, специализация и концентрация сельскохозяйственного производства, разобраны возможности структурирования и развития ресурсосберегающего образа жизни в сельском хозяйстве.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Юрешев, В.М. (2017). *Управление ресурсосбережением в АПК: краткий курс лекций для направления подготовки 38.03.02 Менеджмент*. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Саратов, с. 80.
2. Федоренко, В.Ф., Тихонравов, В.С. (2006). *Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт*. Moscow: ФГНУ «Росинформагротех», с. 328.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Минаков, И.А. (2014). *Экономика сельского хозяйства. Изд. 3-е, перераб. и доп.* Москва, ИНФРА-М, с. 346.
2. Труфляк, Е.В. (2015). Ресурсосберегающие технологии и технические средства в растениеводстве: курс лекций. *Краснодар*, Кубанский ГАУ, с. 69.
3. Шаталова, Т.Н. (1999). *Ресурсный потенциал сельскохозяйственных предприятий (формирование и использование)*. Оренбург: Изд. Центр ОГАУ, с. 262.
4. www.scopus.com
5. <https://elibrary.ru/>
6. <http://www.fao.org>
7. Электронно-библиотечная система Издательства «Инфра-М» (<https://znanium.com>)
8. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com>)
9. Электронно-библиотечная система Издательства «Юрайт» (<https://biblio-online.com>)
10. Электронный периодический справочник (<https://www.garant.ru>)
11. Республиканская межвузовская электронная библиотека (<http://rmebrk.kz/>)

13. 1.5 Resource- efficient management mechanisms

Organizational factors, legislative and regulatory support. Measures to support resource- efficient technologies

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	1	Individual work (hours)	
Developers	M.Ongayev (WKATU), S. Shchukin (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

When studying the topic of the lecture-discussion, the tasks and methods of state regulation of agricultural production, the state and prospects of resource conservation in the agro-industrial complex, resource-saving management mechanisms, legislative and regulatory support, federal and regional support measures for technological and technical modernization of the industry will be considered.

Literature/ available resources for students

1. Revyakin, E.L., Tabashnikov, A.T., Samoilenko, E.M., Dragaitsev, V.I. (2011). *Resource-saving technologies: status, prospects, efficiency: scientific publication*. Moscow: FSBRI "Rosinformagrotekh", p. 156.
2. Truflyak, E.V. (2015). *Resource-saving technologies and technical means in crop production: a course of lectures*. Krasnodar: Kuban GAU, p. 69.

Further resources for teachers

1. Fedorenko, V.F., Tikhonravov, V.S. (2006). *Resource saving in the agroindustrial complex: innovations and experience*. Moscow, Rosinformagrotech, p. 328.
2. Yureshev, V.M. (2017). *Resource saving management in agriculture: short course of lectures for 38.03.02 Management*. Saratov: FSBEI HE Saratov SAU, p. 80.
3. Minakova, I.A. (2014). *Economics of agriculture*. Ed. 3, revised and extended, p. 346.
4. www.scopus.com
5. <https://elibrary.ru/>
6. <http://www.fao.org>
7. Infra-M Publishing House Electronic Library System (<https://znanium.com>)
8. The electronic library system of Lan Publishing House (<https://e.lanbook.com>)
9. The electronic library system of the Yurite Publishing House (<https://biblio-online.com>)
10. Electronic Periodical Reference Guide (<https://www.garant.ru>)
11. Republican Interuniversity Digital Library (<http://rmebrk.kz/>)



14. 1.5 Ресурсосберегающие механизмы управления

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Онаев М.О. (ЗКАТУ), Щукин С.Г.(НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

При изучении темы лекции-дискуссии будут рассмотрены задачи и методы государственного регулирования агропромышленного производства, состояние и перспективы ресурсосбережения в АПК, ресурсосберегающие механизмы управления, законодательное и нормативное обеспечение, федеральные и региональные меры поддержки при технологической и технической модернизации отрасли.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Ревякин, Е.Л., Табашников, А.Т., Самойленко, Е.М., Драгайцев, В.И. (2011). *Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность*. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», р. 156.
2. Труфляк, Е.В. (2015). *Ресурсосберегающие технологии и технические средства в растениеводстве: курс лекций*. Краснодар, Кубанский ГАУ, с. 69.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Федоренко, В.Ф., Тихонравов, В.С. (2006). *Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт*. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», с. 328.
2. Юрешев, В.М. (2017). *Управление ресурсосбережением в АПК: краткий курс лекций для направления подготовки 38.03.02 Менеджмент*. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, с. 80.
3. Минакова, И.А. (2014). *Экономика сельского хозяйства*. Изд. 3-е, перераб. и доп., с. 346.
4. www.scopus.com
5. <https://elibrary.ru/>
6. <http://www.fao.org>
7. Электронно-библиотечная система Издательства «Инфра-М» (<https://znanium.com>)
8. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com>)
9. Электронно-библиотечная система Издательства «Юрайт» (<https://biblio-online.com>)
10. Электронный периодический справочник (<https://www.garant.ru>)
11. Республиканская межвузовская электронная библиотека (<http://rmebrk.kz/>)

15. 1.6 Resource-efficient systems in various areas of production (industries)

Form of study/ teaching:	Practical exercises		
Contact hours	3	Individual work (hours)	2
Developers	A. Kushenbekova (WKATU), S.Shchukin (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

The economic mechanism for saving resources. Factors affecting resource conservation. A systematic approach to resource conservation in agricultural production. Management of the economic mechanism of resource conservation. Optimization of the distribution of productive resources in agricultural production. Elements and assessment of the efficiency of resource conservation. Control over resource conservation in agricultural production. Evaluation of the effectiveness of resource-saving projects. Economic and mathematical modeling of resource-saving projects. Methodological approach to assessing the effectiveness of the development of the economic mechanism of resource conservation in agricultural production.

Literature/ available resources for students

1. Korsun, N.F. et al. (2019). *Modelling and Optimization in Agroindustrial*, Minsk: BGATU, p, 252.

Further resources for teachers

1. Petukhov, G.I. (2005). *Rise of agriculture and the problems of resource saving: a review essay on the problems of resource saving in the agroindustrial complex of Russia*. Moscow: Rosinformagrotech, p. 146.
2. Kryuchkov, A.G. (2012). *Fundamentals of Mathematical Modelling on Agricultural Field*, p. 162.
3. Pazyuk, K.T. (2016). *Modelling of resource- and energy-saving processes*. Publishing house of the Pacific State University, p. 173.
4. Beznoso, G.A. et al. (2017). *Economic mechanism of resource saving in agricultural production*. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, p. 125.



16. 1.6 Эффективность ресурсосберегающих систем в различных сферах производства (отраслях)

Моделирование ресурсосберегающих систем, ресурсосберегающие инновационные проекты

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Кушенбекова А. (ЗКАТУ), Щукин С.Г. (НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

Экономический механизм ресурсосбережения. Факторы, оказывающие влияние на ресурсосбережение. Системный подход к ресурсосбережению в сельскохозяйственном производстве. Управление экономическим механизмом ресурсосбережения. Оптимизация распределения производственных ресурсов в сельскохозяйственном производстве. Элементы и оценка эффективности ресурсосбережения. Контроль за ресурсосбережением в сельскохозяйственном производстве. Оценка эффективности ресурсосберегающих проектов. Экономико-математическое моделирование ресурсосберегающих проектов. Методический подход к оценке эффективности развития экономического механизма ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Корсун, Н.Ф. и др. (2019). *Моделирование и оптимизация в агропромышленном комплексе*. Минск: БГАТУ, с. 252.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Петухов, Г.И. (2005). *Подъем сельского хозяйства и проблемы ресурсосбережения: обзорный очерк проблем ресурсосбережения в АПК России*. Москва, "Росинформагротех", с. 146:
2. Крючков, А.Г. (2012). *Основы математического моделирования на сельскохозяйственном поле*, Оренбург, с. 162.
3. Пазюк, К.Т. (2016). *Моделирование процессов ресурсо- и энергосбережения*. Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, с. 173.
4. Безносков, Г.А. и др. (2017). *Экономический механизм ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве*. Екатеринбург: Уральский ГАУ, с. 125.



17. 1.7 The effectiveness of resource-efficient technologies

Economic and environmental impact of resource-efficient technologies. Methodology for assessing resource-efficient technologies

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	O. Vlasova (SSAU), O. Tsybikova (BSAA)		

Brief description of the teaching unit

The article covers the following issues: prerequisites for transition to resource-saving technologies as a factor of sustainable development of agricultural production, concepts and main tasks of resource-saving technologies, basic principles of resource-saving technologies, basic elements of resource-saving technologies of field crops cultivation, efficiency of resource-saving technologies (environmental and economic), experience of implementation in Russia and abroad.

As a result of the introduction of resource-saving technologies is provided:

- reduction of production costs and reduction of production cost;
- economically justified yield of agricultural crops and improving the quality of products;
- increased reproduction of soil fertility;
- preservation of the environment.

The final part of the lecture describes the evaluation methods of resource-saving technologies

Literature/ available resources for students

1. Korsunova, T.M., Imeskenova, E.G. (2019). *Sustainable Agriculture*. Saint Petersburg: Lan ELS, p. 132. <https://e.lanbook.com/book/113920>
2. Kiryushin, V.I. et al. (2015). *Agrotechnologies. Textbook*. Saint Petersburg: Lan ELS, p. 464, <https://e.lanbook.com/book/64331>
3. Truflyak, E.V. et al. (2019). *Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture in 2018*. Krasnodar: KubGAU, p. 100.

Further resources for teachers

1. A programme for the development of the agro-industrial sector in Kazakhstan for 2013-2020. Agribusiness. (2020). Resolution of the RK Government of 18.02.2013.
2. Programmes for the Development of the Agro-industrial Complex of the Russian Federation. (2018). Ministry of Agriculture.
3. www.minagri.gov.kz,
4. www.stat.gov.kz
5. www.kase.kz
6. www.investfunds.kz
7. www.nationalbank.kz



18. 1.7 Эффективность ресурсосберегающих технологий

Экономическая и экологическая эффективность ресурсосберегающих технологий. Методика оценки ресурсосберегающих технологий

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Власова О.И. (СтГАУ), Цыбикова О.М. (БГСХА)		

Краткое описание учебной единицы

Раскрываются следующие вопросы: предпосылки перехода на ресурсосберегающие технологии, как фактора устойчивого развития сельскохозяйственного производства, понятия и основные задачи ресурсосбережения, главные принципы сберегающих технологий, основные элементы ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур, эффективность ресурсосберегающих технологий (экологическая и экономическая), опыт внедрения в России и за рубежом.

В результате внедрения ресурсосберегающих технологий обеспечивается:

- уменьшение производственных затрат и снижение себестоимости продукции;
- получение экономически обоснованной урожайности с.-х. культур и повышение качества производимой продукции;
- расширенное воспроизводство плодородия почвы;
- сохранение окружающей среды.

В заключительной части лекции излагаются методики оценки ресурсосберегающих технологий.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Корсунова, Т.М., Имескенова, Э.Г. (2019). *Устойчивое сельское хозяйство, учебное пособие*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с.132. <https://e.lanbook.com/book/113920>
2. Кирюшин, В.И. и др. (2015). *Учебник по Агротехнологии*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 464. <https://e.lanbook.com/book/64331>
3. Труфляк, Е.В. и др. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар: КубГАУ, с. 100.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. *Программа по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы. «Агробизнес – 2020»*. Постановление Правительства РК от 18.02.2013 г.
2. *Программ развития агропромышленного комплекса Российской Федерации*. (2018). Министерство сельского хозяйства.
3. www.minagri.gov.kz
4. www.stat.gov.kz
5. www.kase.kz
6. www.investfunds.kz
7. www.nationalbank.kz



19. Digital technologies in agriculture and Smart Farming techniques

Digital technologies are widespread around the world. Digitalization occurs in all the processes as well as agriculture. PhD students will study the trends of digital technologies in agriculture, Internet of Things, opportunities and effects of their implementation, as well as their capacities and potential for resource saving and sustainable agriculture.

Learning outcomes

Competence 1: PhD-students understand the technical components of Smart Farming systems in crop and animal production and their functionality, they demonstrate the ability to analyze critically the contemporary problems of digital technologies in agriculture. For this PhD-students

- ▶ Knowledge 1: know advanced digital technologies and techniques of smart agriculture applied in the agro-industrial complex; they know and understand current trends in digital technologies. (knowledge)
- ▶ Skill 1: are able to use and operate basic smart farming equipment and digital technologies in the production of agricultural products, they are able to evaluate them and to use the results obtained for research purposes (skills)

Content

- Technical background of digital technologies and Smart Farming Systems in Agriculture (types and functioning of sensor and actuators, global satellite positioning and navigation systems etc.)
- Principles and application of digital image processing, GIS-Systems
- Data recording and transmission technologies (wireless systems, RFID-technology, machine to machine communication etc.)
- Concepts of data networks for agricultural enterprises
- Functioning and use of Unmanned Aerial Vehicles in agriculture

Content by topic of lectures:

1. Technical basics of digital farming
2. Local meteorological stations
3. Aerial- & Satellite pictures
4. Real-time systems
5. Unmanned aerial systems (UAS)
6. Internet of Things & Machine-to-Machine communication



2. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия

Цифровые технологии получили широкое распространение во многих отраслях. Во всем мире, происходит активная цифровизация процессов. Отрасль сельского хозяйства не стала исключением. Аспиранты и докторанты изучат тренды цифровых технологий в сельском хозяйстве, приемы «умного» земледелия, интернет вещей, возможности и эффект от их внедрения, а также их потенциал для ресурсосбережения и устойчивых агросистем.

Результаты обучения

Компетенция 1: Способен понимать технические компоненты умных х систем (Smart Farming) в растениеводстве и животноводстве и их функциональность, демонстрирует умение критически анализировать современные проблемы цифровых технологий в сельском хозяйстве.

- ▶ Знания 1: передовые цифровые технологии и методы "умного" сельского хозяйства, применяемые в агропромышленном комплексе; знают и понимают современные тенденции в области цифровых технологий.
- ▶ Умения 1: использовать и эксплуатировать при производстве сельскохозяйственной продукции базовую/основную умную сельхозтехнику и цифровые технологии, оценивать их и использовать полученные результаты в исследовательских целях.

Содержание

- Какое профессиональное, методологическое, практическое и междисциплинарное содержание охватывается подтемой?
- Техническая основа цифровых технологий и умных систем в сельском хозяйстве (типы и функционирование датчиков и их механизмов, глобальных систем спутникового позиционирования и навигации и т.д.).
- Принципы и применение цифровой обработки изображений, ГИС-системы
- Технологии записи и передачи данных (беспроводные системы, RFID-технологии, передача данных от машины к машине и т.д.).
- Концепции сетей передачи данных для сельскохозяйственных предприятий
- Функционирование и использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве

Содержание лекций:

1. Технические основы цифрового земледелия
2. Местные метеорологические станции
3. Аэро- и спутниковые снимки
4. Системы реального времени
5. Беспилотные летательные аппараты (БЛА)
6. Интернет вещей и машинная связь

20. Structure of Subtopic 2

21. ICT based technologies in agriculture and smart farming tools

Name of sections, topics	Types of educational work (academic hours)				
	Contact work			Others (for example, consultations)	Individual work
	Lectures	Laboratory works	Practical studies		
2.1 Technical Foundations of Digital Farming	3				
2.2. The technical basis of digital technologies and smart systems in agriculture (types and functioning of sensors and their mechanisms, global satellite positioning and navigation systems, etc.).			3		3
2.3. Local meteorological stations	2				
2.4. Principles and application of Digital Image Processing, GIS Systems			3		4
2.5. Aerial and satellite pictures. Real time systems.	2				
2.6. Unmanned aerial vehicles (UAVs)	2				
2.7. Operation and use of unmanned aerial vehicles in agriculture			3		3

22. Структура Подтемы 2

23. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и приемы «умного» земледелия

Название раздела, тема	Вид академической работы (академические часы)				
	Контактная работа			Прочее (например, консультации)	Индивидуальная работа
	Лекции	Лабораторная работа	Практические занятия		
2.1 Технические основы цифрового земледелия	3				
2.2. Техническая основа цифровых технологий и умных систем в сельском хозяйстве (типы и функционирование датчиков и их механизмов, глобальных систем спутникового позиционирования и навигации и т.д.).			3		3
2.3. Местные метеорологические станции	2				
2.4. Принципы и применение цифровой обработки изображений, ГИС-системы			3		4
2.5. Аэро- и спутниковые снимки. Системы реального времени.	2				
2.6. Беспилотные летательные аппараты (БЛА) (теоретические основы).	2				
2.7. Функционирование и использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве			3		3

24. 2.1 Technical Foundations of Digital Farming

Form of study/ teaching:	Lectures		
Contact hours	3	Individual work (hours)	
Developers	K. Zholamanov (KazNARU), V. Tikhonovsky (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

Digital farming is the evolution of agriculture and agricultural machinery from precision farming to modern knowledge-based agricultural production systems. Digital Farming uses Precision Farming technology, in addition to the use of intelligent networks and data management tools. The aim of Digital Farming is to apply all available information and expertise to automate technological processes in agriculture.

The technical foundations of digital farming contain two basic conditions. First, smart machines: machines must be able to receive, send, generate (via sensors) and process data. Second, connected machines: communication and interface standards must allow seamless data exchange between machines, with business partners as well as between portals.

Digital farming improves production processes through automated data collection and targeted analysis to increase transparency and improve assessment of the current situation, providing new possibilities for operational management. For data processing and, in particular, analysis, expert systems are available to the end user, which would be difficult or impossible to achieve for individual farms through internal data processing.

Literature/ available resources for students

1. Noack, Patrick Ole (2019). *Precision Farming - Smart Farming - Digital Farming. Grundlagen und Anwendungsfelder*. Berlin, Offenbach: Wichmann.
2. Digital Farming. (2017). Journal «*Russian Neva*» No. 10 (154).
3. Zhang, Qin (Hg.) (2016). *Precision Farming Technology for Crop Production*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

Further resources for teachers

1. Concept for the Implementation of Precision Farming in the RK. (2017)
2. Recommendations on the use of space technology for the precision farming system in Kazakhstan. (2018)
3. Truflyak, E.V. (2019). *Precision farming*. 2nd ed., stern. SPb: Lan ELS p. 376. <https://e.lanbook.com/book/122186>
4. Fedorenko, V.F., et al. (2017). *Intelligent systems in agriculture: scientific analytical review*. Moscow, FGBNU "Rosinformagroteh", p. 159. <https://lib.rucont.ru/efd/653956>



25. 2.1 Технические основы цифрового земледелия

Форма обучения/ преподавания:	Лекции		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Жоламанов К.К. (КазНАИУ), Тихоновский В.В. (НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

Цифровое земледелие — это эволюция сельского хозяйства и сельскохозяйственной техники от точного земледелия (Precision Farming) до систем сельскохозяйственного производства, основанных на современных знаниях. Цифровое земледелие использует технологию Precision Farming, кроме того, использует интеллектуальные сети и инструменты управления данными. Цель цифрового земледелия – применять всю имеющуюся информацию и экспертизу для автоматизации технологических процессов в сельском хозяйстве.

Технические основы цифрового земледелия содержат два основных условия. Первое, умные машины: машины должны быть способны принимать, отправлять, генерировать (через датчики) и обрабатывать данные. Второе, подключенные машины: коммуникационные и интерфейсные стандарты должны обеспечивать беспрепятственный обмен данными между машинами, с деловыми партнерами, а также между порталами.

Цифровое земледелие позволяет улучшить производственные процессы посредством автоматизированного сбора и целенаправленного анализа данных для повышения уровня прозрачности и улучшения оценки текущей ситуации, предоставляя новые возможности для оперативного управления. Для обработки данных и, в частности, их анализа, экспертные системы доступны конечному потребителю, чего было бы трудно или невозможно достичь для отдельных ферм посредством внутренней обработки данных.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Noack, Patrick Ole (2019). *Precision Farming - Smart Farming - Digital Farming. Grundlagen und Anwendungsfelder*. Berlin, Offenbach: Wichmann.
2. Digital Farming. (2017). Journal «*Russian Neva*» No. 10 (154).
3. Zhang Qin (Hg.) (2016). *Precision Farming Technology for Crop Production*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. *Концепция внедрения системы точного земледелия в РК*. (2017).
2. *Рекомендации по использованию космических технологии для ведения системы точного земледелия в РК*. (2018)
3. *Программа Цифровизация АПК*. МСХ РК. (2018).
4. *Цифровизация АПК РФ*. МСХ РФ. (2018).



26. 2.2 The technical basis of digital technologies and smart systems in agriculture

Form of study/ teaching:	Practical exercise		
Contact hours	3	Individual work (hours)	3
Developers	V. Tikhonovsky (NSAU), K. Zholamanov (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

Types and functioning of sensors and their mechanisms, global satellite positioning and navigation systems, etc. used in digital technology and smart systems in agriculture:

- information support for decision-making;
- planning of agricultural operations;
- monitoring of agricultural operations and crop status;
- end result analysis and reporting;
- crop yield forecasting and loss assessment;
- planning, monitoring and analysis of machinery usage.

Literature/ available resources for students

1. Zhang, Qin Hg. (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Cham: Springer International Publishing. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M. A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.
4. Труфляк, Е.В. (2019). Точное земледелие. СПб.: Лань, 376 с. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/122186>
5. Федоренко, В.Ф. (2017). *Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве*. Москва, 159 с. Получено из: <https://lib.rucont.ru/efd/653956>

Further resources for teachers

1. Concept for the Implementation of Precision Farming in the Republic of Kazakhstan. (2017)
2. Recommendations on the use of space technology for the precision farming system in the Republic of Kazakhstan. (2018)
3. *Programme "Digitalization in agribusiness". Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. (2018)*
4. *Digitalization in agribusiness of the Russian Federation, Ministry of Agriculture of the Russian Federation. (2018)*



27. 2.2 Техническая основа цифровых технологий и умных систем в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	3
Разработчики	Жоламанов К.К. (КазНАИУ), Тихоновский В.В. (НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

Типы и функционирование датчиков и их механизмов, глобальных систем спутникового позиционирования и навигации и т.д. используемых в цифровых технологиях и умных системах в сельском хозяйстве:

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- анализ конечного результата и составление отчетов;
- прогнозировании урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Zhang, Qin Hg. (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Cham: Springer International Publishing. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M. A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.
4. Trufliak, E.V. (2019). *Precision farming*. SPb: Lan Publ., 376 p. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/122186>.
5. Fedorenko, V.F. (2017). *Smart systems in agriculture*. Moscow, 159 p. Retrieved from: <https://lib.rucont.ru/efd/653956>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. *Концепция внедрения системы точного земледелия в РК*. (2017).
2. *Рекомендации по использованию космических технологии для ведения системы точного земледелия в РК*. (2018)
3. *Программа Цифровизация АПК*. МСХ РК. (2018).
4. *Цифровизация АПК РФ*. МСХ РФ. (2018).

2.3 Local meteorological stations

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	B. Kaliyev (ABKRU)		

Brief description of the teaching unit

Meteorology is the science that studies the physical processes that occur in the atmosphere in order to further predict them. The atmosphere is a component of the human environment. Its state affects almost all aspects of human activity and biota. A network of meteorological stations and posts equipped with appropriate instruments and installations has been established to measure meteorological quantities.

An important source of meteorological information is observations carried out with the help of automatic, telemetric and radiometric stations, aviation and artificial satellites. A meteorological station is an institution carrying out meteorological observations. The main official meteorological stations of the world are assigned synoptic indices. At meteorological stations and posts observations of basic and additional meteorological data are made: temperature, humidity, pressure, wind speed and direction, etc.

Data from observations of meteorological stations are of scientific and practical value only if they are comparable with each other. In order to ensure this condition, all meteorological stations carry out observations in accordance with special instructions and guidelines, using the same type of instruments and at the same time.

Literature/ available resources for students

1. Voskanyan, K.L., et al. (2016). *Automatic meteorological stations: in 2 vol. Tactical and technical characteristics: tutorial*. SPb: Russian State Hydrometeorological University (RSHU), p. 170.
2. Pryakhina, S.I., Morozova, S.V., Semenova, N.V., Korotkova, N.V. (2017). *Study guide for practical and laboratory work on the course "Meteorology and climatology"*. Saratov, p. 46.
3. Mikheev, V.A. (2009). *Climatology and meteorology: textbook on the course "Earth sciences"*. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technical University, p. 114.

Further resources for teachers

1. Zhurina, L.L., Losev, A.P. (2012). *Agrometeorology*. SPb: Kvadro LLC.
2. Sennikov, V.A., Larin, L.G., Belolyubtsev, A.I., Korovina, L.N. (2006). *Workshop on agrometeorology*. Moscow: Kolos.
3. *Agroclimatic resources. (2010-2020)*. Handbooks for provinces and republics. Spb: Gidrometeoizdat.
4. Polevo, A.N. (2012). *Agricultural Meteorology*. SPb: Gidrometeoizdat, p. 235.
5. Losev, A.P., Zhurina, L.L. (2001). *Agrometeorology*. Moscow: Kolos.

28. 2.3 Местные метеорологические станции

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Калиев Б.К. (АБКРУ)		

Краткое описание учебной единицы

Метеорология – это наука, изучающая физические процессы, происходящие в атмосфере, с целью дальнейшего их предсказания. Атмосфера - один из компонентов среды, окружающей человека. Ее состояние влияет практически на все стороны человеческой деятельности и на биоту. Множество различных методов и средств получения метеорологической информации требует тщательного изучения. Для измерения метеорологических величин создана сеть метеорологических станций и постов, оснащенных соответствующими приборами и установками.

Важным источником метеорологической информации служат наблюдения, осуществляемые с помощью автоматических, телеметрических и радиометрических станций, авиации и искусственных спутников Земли. Метеостанция - учреждение, проводящее метеорологические наблюдения. Основным официальным метеостанциям мира присвоены синоптические индексы. На метеорологических станциях и постах производят наблюдения за основными и дополнительными метеорологическими величинами: температурой, влажностью, давлением, скоростью и направлением ветра и др.

Данные наблюдений метеорологических станций представляют научную и практическую ценность, только в том случае, если они сравнимы между собой. Для обеспечения этого условия все метеорологические станции ведут наблюдения по специальным наставлениям и инструкциям, по однотипным приборам и в определенное время

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Восканян, К.Л. и др. (2016). *Автоматические метеорологические станции: в 2 т. Тактико-технические характеристики: учебное пособие*. Москва: Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), с. 170.
2. Пряхина, С.И., Морозова, С.В., Семенова, Н.В., Короткова, Н.В. (2017). *Учебно-методическое пособие для проведения практических и лабораторных работ по курсу «Метеорология и климатология»*. Саратов, с. 46.
3. Михеев, В.А. (2009). *Климатология и метеорология: учебное пособие по курсу «Науки о Земле»*. Ульяновск: УлГТУ, с. 114.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Журина, Л.Л., Лосев, А.П. (2012). *Агрометеорология*. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат.
2. Сенников, В.А., Ларин, Л.Г., Белолюбцев, А.И., Коровина, Л.Н. (2006). *Практикум по агрометеорологии*.
3. *Агроклиматические ресурсы*. (2010-2020). Справочники по областям и республикам. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат.
4. Полевой, А.Н. (2012). *Сельскохозяйственная метеорология*. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, с. 235.
5. Лосев, А.П., Журина, Л.Л. (2001). *Агрометеорология*. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат.

29. 2.4 Principles and application of Digital Image Processing, GIS Systems

Form of study/ teaching:	Practical exercises		
Contact hours	3	Individual work (hours)	4
Developers	A. Serikbaev (KazNAKU), Zh. Ainakulov, B. Kaliyev (ABKRU)		

Brief description of the teaching unit

Digital aerospace imagery of the Earth's surface, together with topographic maps, city plans, aeronautical and nautical charts, are used to create the main component of geographic information systems (GIS) - electronic maps, which are vector descriptions of spatial objects grouped into thematic layers.

A special class of automated complexes - computer geoinformation systems (GIS), which process, accumulate, update and provide users with spatially coordinated information about objects located on the Earth surface, has been formed in the past few decades and continues its rapid development. The main form of presentation of information in a GIS is digital maps. They are created from different information sources: traditional cartographic materials, geodetic measurements, etc. One of the most important data sources for GIS is digital images from aerial photography and satellite imagery (remote sensing) of the Earth. Digital images from remote sensing are an important, but certainly not the only, source of data for GIS. Another, equally important class of images used to create vector digital maps is the scanning of "traditional" cartographic.

A GIS is a system composed of three components, each necessary for success: spatial data, hardware and software tools, and the problem as the object to be solved. The problem serves as the main component, forcing the choice of both transmission, storage, presentation and analysis of data, and software tools and technologies for the creation of a subject-oriented information system.

Literature/ available resources for students

1. Zeyliger, A.M., Ermolaeva, O.S. (2018). *Application of geoinformation systems for solving applied tasks of monitoring and management: textbook*. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, p. 154.
<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo362.pdf>
2. Zeyliger, A.M. (2018). *Digital methods of remote sensing data processing: tutorial*. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, p. 129. <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo369.pdf>.
3. Raklov, V.P. (2014). *Cartography and GIS: textbook*. Academic project, p. 214.

Further resources for teachers

1. Bychkov, I.V. et al., (2012). Integration of information-analytical resources and spatial data processing in the tasks of territorial development management monograph. Novosibirsk: Publishing house of Siberian Branch of RAS, p. 367.
2. Labutina, I.A. (2004). Decoding of aerospace imager. Tutorial. Textbook for students. Aspect Press.
3. Zeiliger, A.M., Ermolaeva, O.S. (2016). Geoinformation assessment of hydrographic characteristics of the river network and its catchment area using digital elevation model in ArcGIS10. Tutorial. Triad, p. 62.



30. 2.4 Принципы и применение цифровой обработки изображений, ГИС-системы

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	4
Разработчики	Серикбаев А.У. (КазНАИУ), Айнакулов Ж., Калиев Б.К (АБКРУ)		

Краткое описание учебной единицы

Цифровые аэрокосмические изображения земной поверхности наряду с топографическими картами, планами городов, аэронавигационными и морскими картами используются для создания основной составляющей геоинформационных систем (ГИС) – электронных карт, которые являются векторными описаниями пространственных объектов, сгруппированных в тематические слои.

В последние несколько десятилетий сформировался и продолжает бурно развиваться особый класс автоматизированных комплексов – компьютерные геоинформационные системы (ГИС), которые обрабатывают, накапливают, обновляют и предоставляют пользователям пространственно-координированные сведения об объектах, расположенных на земной поверхности. Основная форма представления информации в ГИС - цифровые карты. Они создаются на основе различных информационных источников: традиционных картографических материалов, геодезических измерений и т.д. Одним из важнейших источников данных для ГИС являются цифровые изображения, получаемые в результате аэрофотосъемок и космических съемок (дистанционного зондирования) Земли. Цифровые изображения, получаемые в результате дистанционного зондирования Земли, являются важным, но не единственным источником данных для ГИС. Другим, не менее важным классом изображений, используемых для создания векторных цифровых карт, являются результаты сканирования «традиционных» картографических карт.

ГИС – это система, состоящая из трех компонентов, каждый из которых необходим для успеха: пространственных данных, аппаратно-программных инструментов и проблемы, как объекта решения. Причем проблема служит главным компонентом, заставляющим выбирать и способы передачи, хранения представления, анализа данных, и программные инструментальные средства, и технологии создания той или иной предметно-ориентированной информационной системы

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Зейлигер, А.М., Ермолаева, О.С. (2018). *Применение геоинформационных систем для решения прикладных задач мониторинга и менеджмента*. Получено из: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo362.pdf>
2. Зейлигер, А.М. (2018). *Цифровые методы обработки данных дистанционного зондирования*. Получено из: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo369.pdf>.
3. Раклов, В.П. (2014). *Картография и ГИС*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Бычков, И.В. и др. (2012). *Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработки пространственных данных в задачи управления территориальным развитием*. 367 с.
2. Лабутина, И.А. (2004). *Декодирование аэрокосмических изображений*.
3. Зейлигер, А.М., Ермолаева, О.С. (2016). *Геоинформационная оценка гидрографических характеристик речной сети и ее водосборной площади с использованием цифровой модели рельефа в ArcGIS10*. 62 с.

31. 2.5 Aerial and satellite pictures. Real time systems.

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	V.Tikhonovsky (NSAU), K. Zholamanov (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

The main technical tools for aerial photography and their main parameters:

- NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) in crop production;
- Digital image processing;
- Concept of a digital image
- Laws of Image Pixel Generalization: Small Compact Objects Reproducibility, Regular and Irregular Dispersed Objects, Rectilinear Objects Reproducibility;
- The problem of estimation of decoding properties of discrete images;
- Active and passive survey methods;
- Characteristics of Imagery Equipment and Space Images;
- Fine-scale heterogeneity (variability) of soils in fertility, relief, crop condition, weed infestation, pests and diseases;
- Quantitative indicators of variability of a single attribute: frequency of fluctuations and range of fluctuations in space and time;
- On-line and off-line methods of analysis, spatial heterogeneity techniques.

Literature/ available resources for students

1. Zhang, Qin Hg. (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad L., Mahdi S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Springer International Publishing. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M.A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Springer Science Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.

Further resources for teachers

1. Bektanov, B.K., et al. (2020). *Application of remote sensing in agriculture*. Monograph. KazNAIU, p. 114.
2. Bondura, V.G. *Remote sensing of the environment*. (2012). FSBI Research Institute of Aerospace Monitoring "Aerospace". Scientific World, p. 38.
3. Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2010). *Geoinformation analysis of remote sensing data*. Cartgeocenter. Geodezizdat.



32. 2.5 Аэро- и спутниковые снимки. Системы реального времени.

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Тихоновский В.В. (НГАУ), Жоламанов К.К. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Основные технические средства для аэрофотосъемки и их основные параметры.

- NDVI (Нормализованный индекс различий растительного покрова) в растениеводстве
- Цифровая обработка фотоснимков
- Понятие о цифровом снимке
- Закономерности пиксельной генерализации изображения: воспроизводимость малых компактных объектов, дисперсных объектов регулярного и нерегулярного размещения, прямолинейных объектов
- Проблема оценки дешифровочных свойств дискретных изображений
- Активные и пассивные методы съемки
- Характеристики съемочной аппаратуры и космических снимков
- Мелкомасштабная неоднородность (изменчивость) почв по плодородию, рельефу, состоянию посевов, засоренности и поражения сорняками, вредителями и болезнями
- Количественные показатели изменчивости отдельного признака: частота колебаний и диапазон колебаний в пространстве и времени
- On-line и off-line методы анализа, технологии пространственной неоднородности

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Zhang, Qin Hg. (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Ahmad L., Mahdi S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Springer International Publishing. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
3. Oliver, M.A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Springer Science Business Media. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Бектанов, Б.К. и др. (2020). *Применение дистанционного зондирования в сельском хозяйстве*. Монография. КазНАИУ, с. 114.
2. Бондура, В.Г. (2012). *Дистанционное зондирование окружающей среды*. МОН РФ РАН, ФГБНУ "НИИ аэрокосмического мониторинга "Аэрокосмос", с. 38.
3. Савиных, В.П., Цветков В.Я. (2010). *Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования*. Картгеоцентр-Геодезиздат.

33. 2.6 Unmanned aerial vehicles (UAVs).

Form of study/ teaching:	Lecture		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	V. Tikhonovsky, A. Didenko (NSAU), A. Ansabaeva (ABKRU)		

Brief description of the teaching unit

Perform an external inspection and check the technical condition of unmanned aerial system components. Diagnostics and performance monitoring of unmanned aircraft system components, identification of deviations, failures, malfunctions and damage. Aerodynamics of unmanned aircraft. Study a flight task, practice the order of its execution and actions in control of an unmanned aircraft. Selection and preparation of mapping material. Familiarization with restrictions in the flight area along the route (route). Selection of landing site. Assessment of meteorological, ornithological and air navigation conditions in area of unmanned aircraft flight. Preparation of flight program and its loading into the unmanned aircraft onboard navigation system (autopilot). Preparation of launch-landing site and deployment of unmanned aircraft system. Check readiness of unmanned aircraft system for use in accordance with flight task and acceptance.

Literature/ available resources for students

1. Silkova, V.I., et al. (2009). *Unmanned Aerial Vehicles: Methods of Approximate Calculations of Main Parameters and Characteristics*, p. 304, fig. 56.
2. Grebenikov, A.G., et al. (2008). *General types and characteristics of unmanned aerial vehicles*. p. 377.
3. Afanasyev, P.P., et al. (2008). *Unmanned Aerial Vehicles. Fundamentals of design and functioning*.

Further resources for teachers

1. Randal, W.B., et al. (2015). *Small Unmanned Aerial Vehicles: Theory and Practice Technosphere*. p. 312. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/76159>.
2. Shalygin, A.S., et al. (2012). *Methods of modeling situational motion control of unmanned aerial vehicles*. Tutorial. Mashinostroenie, p. 584. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/5807>.
3. Krasilnikov, M.N., et al. (2009). *Modern information technologies. In problems of navigation and guidance of Unmanned Aerial Vehicles*. p. 557. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/2688>.



34. 2.6 Беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Форма обучения/ преподавания:	Лекция		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Тихоновский В.В., Диденко А.А. (НГАУ), Ансабаева А.С. (АБКРУ)		

Краткое описание учебной единицы

Выполнение внешнего осмотра и проверка технического состояния элементов беспилотной авиационной системы. Диагностика и контроль работоспособности элементов беспилотной авиационной системы, выявление отклонений, отказов, неисправностей и повреждений. Аэродинамика беспилотного воздушного судна. Изучение полетного задания, отработка порядка его выполнения и действий при управлении беспилотным воздушным судном. Подбор и подготовка картографического материала. Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета по маршруту (трассе). Подбор стартово-посадочной площадки. Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотного воздушного судна. Подготовка программы полета и ее загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна. Подготовка стартово-посадочной площадки и развертывание беспилотной авиационной системы. Проверка готовности беспилотной авиационной системы к использованию в соответствии с полетным заданием, ее приемка.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Силкова, В.И. и др. (2009). *Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик*, с. 304, ил. 56.
2. Гребеников, А.Г., и др. (2008). *Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие*. Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», с. 377
3. Афанасьев, П.П. и др. (2008). *Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Рэндал, У.Б. и др. (2015). *Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика*. Техносфера, с. 312. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/76159>.
2. Шалыгин, А.С. и др. (2012). *Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов*. Машиностроение, с. 584. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/5807>.
3. Красильников, М.Н. и др. (2009). *Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов*, с. 557. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/2688>.

35. 2.7 Operation and use of unmanned aerial vehicles in agriculture

Form of study/ teaching:	Practical exercises		
Contact hours	3	Individual work (hours)	3
Developers	A. Didenko, V. Tikhonovsky (NSAU)		

Brief description of the teaching unit

A practical example of the use of unmanned aerial vehicles for aerial photography of agricultural crops is discussed. Basic aerial photography techniques and their main parameters. Calculation of aerial photography parameters (overlap, base of photography, number of routes, total number of images, distance between routes, route length, coordinates of photography points). Unmanned aerial vehicle flight path modelling in Trik studio programming environment.

Literature/ available resources for students

1. Shovengerdt, R.A. (2010). *Remote sensing. Models and methods of image processing*. Technosphere, p. 560.
2. Bashilov, A.M., Korolev, V.A. (2018). Autonomous unmanned aerial vehicles in precision systems of agricultural production. *Bulletin of Agrarian Science*, Vol. 3, No. 43, pp. 76-82.
3. Bashilov, A.M., Korolev, V.A. (2017). Aeromobile agrotechnology of plant growth and development stimulation in agrotechnocenoses. *AgroSnabForum*, No. 8 (156), pp. 64-67.
4. Bashilov, A.M., Korolev, V.A., Kormova, D.E. (2016). *Modeling drones and their implementation in the latest agrotechnologies. 15th International Conference "Aviation and Cosmonautics"*, pp. 526-527.
5. Belenkov, A.I. (2015). Implementation of elements of precision farming technology in the field experience of precision farming centre. *Bulletin of RSAU - MAA named after K.A. Timiryazev*, No. 2 (33), pp. 44-47.

Further resources for teachers

1. Randal, W.B. et al. (2015). *Small Unmanned Aerial Vehicles: Theory and Practice*. Technosphere, p. 312. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/76159>.
2. Shalygin, A.S. et al. (2012). *Methods of modeling situational motion control of unmanned aerial vehicles*. 584 p. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/5807>.
3. Krasilnikov, M.N. et al. (2009). *Modern information technologies. In Problems of Navigation and Guidance of Unmanned Aerial Vehicles*. 557 p. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/2688>.
36. www.geo-book.ru/ Electronic library on geodesy, cartography, photogrammetry <https://trikset.com/downloads/> Free robot programming environment with interactive simulation mode



36. 2.7 Функционирование и использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Практические занятия		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	3
Разработчики	Тихоновский В.В., Диденко А.А. (НГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

Рассматривается практический пример использования беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъемки сельскохозяйственных посевов. Основные технические средства для аэрофотосъемки и их основные параметры. Расчет параметров аэрофотосъемки (перекрытие, базис фотографирования, количество маршрутов, общее количество снимков, расстояние между маршрутами, длину маршрута, координаты точек фотографирования). Моделирование траектории полета беспилотного аппарата в среде программирования Trik studio.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Шовенгердт, Р.А. (2010). *Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений*. Техносфера, с. 560.
2. Башилов, А.М., Королев, В.А. (2018). Автономные беспилотные летательные аппараты в точных системах агропроизводства. *Вестник аграрной науки*, Том 3, № 43, с. 76-82.
3. Башилов, А.М., Королев, В.А. (2017). Аэромобильная агротехнология стимуляции роста и развития растений в агротехноценозах. *АгроСнабФорум*, № 8 (156), с. 64-67.
4. Башилов, А.М., Королев, В.А., Кормова, Д.Е. (2016). Моделирование дронов и их реализации в новейших агротехнологиях. *15-я Международная конференция "Авиация и космонавтика"*, с. 526-527.
5. Беленков, А.И. (2015). Реализация элементов технологии точного земледелия в полевом опыте центра точного земледелия. *Вестник РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева*, № 2 (33), с. 44-47.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Рэндал, У.Б. и др. (2015). *Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика*. Техносфера, с. 312. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/76159>
2. Шалыгин, А.С. (2012). *Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов. Учебно-методическое пособие*. Машиностроение, с. 584. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/5807>
3. Красильников, М.Н. (2009). *Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. Учебное пособие*. Физматлит, с. 557. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/2688www.geo-book.ru/> Электронная библиотека по геодезии, картографии, фотограмметрии <https://trikset.com/downloads/> Бесплатная среда программирования роботов с интерактивным режимом имитационного моделирования



3. Management Information Systems

Modern technologies such as data collection, storage and processing systems, are growing and increasing in agriculture. Satellite data, sensors, operational and transactional systems are being used. Both the volume of data and the need for quality data processing and reliable conclusions that can be relied upon in decision making are increasing. In mastering subtopic 3, researchers will learn how to collect and analyze data in field studies, work with big data, and practice agricultural software.

Learning outcomes

Competence 1: PhD-students have a holistic view of information technology in the field of management information in modern agriculture, they understand the functions of management information systems in practical agriculture

- ▶ Knowledge 1: know how to classify management information systems, they know which management information systems exist in crop and animal production and know the main areas of research in the field of artificial intelligence
- ▶ Knowledge 2: PhD-students know the Farm Management Information System software used in agricultural enterprises in crop and livestock production and how to apply the software effectively
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to apply in practice the software that is used in crop production and livestock breeding on examples of programs like Panorama AGRO, ArcGIS, SELEX
- ▶ Skill 2: PhD-students able to distinguish between different approaches (agent-based approach, machine learning, neural networks) in the field of artificial intelligence.
- ▶ Skill 3: PhD-students are able to apply Farm Management Information Systems in crop production, to compile a field history book, plan crop rotations, calculate the amount of fertilizer and pesticide application, develop agrotechnical measures. Estimate costs and income, logistics, sales of goods, formation tasks for machine operators, generating reports
- ▶ Skill 4: PhD-students are able to apply Farm Management Information Systems in Animal Production. They are able to maintain electronic zootechnical records, understand the automation of selection and selection processes, compilation of genealogical branches, logistics, calculation of inbreeding coefficients

Competence 2: PhD-students have an understanding of the classification of databases and their practical application in modern agriculture

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know the basic types and functionality of databases and know where database systems are implemented in agriculture. They know approaches to enter and extract information into databases.
- ▶ PhD-students are able to classify databases and to practically work with existing databases that are used as part of management information systems in agriculture.



3. Системы управления информацией в сельском хозяйстве

В сельском хозяйстве растет объем и качество применения современных технологий, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных. Применяются данные со спутников, датчиков, из операционных и транзакционных систем. Увеличивается как объем данных, так и потребность в их качественной обработке и достоверных выводах, на которые можно полагаться, принимая решения. При освоении подтемы 3 исследователи научатся собирать и анализировать данные при проведении полевых исследований, работать с большими данными, применять на практике программное обеспечения отраслях сельского хозяйства.

Результаты обучения

Компетенция 1: Способен иметь целостное представление об информационных технологиях в области управления информацией в современном сельском хозяйстве. Способен понимать функции основных информационных систем в сельском хозяйстве на практике.

- ▶ Знания 1: классификация систем управления информацией и понимание как их применять в растениеводстве и животноводстве; основные исследования в области искусственного интеллекта
- ▶ Знания 2: программное обеспечение используется на сельскохозяйственных предприятиях в растениеводстве и животноводстве и как эффективно его применять.
- ▶ Умения 1: применять на практике программное обеспечение, которое используется в растениеводстве и животноводстве на примерах программ: Панорама АГРО, ArcGIS, СЕЛЭКС.
- ▶ Умения 2: различать подходы (агентно-ориентированный подход, машинное обучение, нейронные сети) в области изучения искусственного интеллекта
- ▶ Умения 3: применять информационные системы управления сельским хозяйством в растениеводстве, составлять книгу истории полей, планировать севообороты, рассчитывать количество вносимых удобрений и пестицидов, разрабатывать агротехнические мероприятия, оценивать затраты и доходы, логистику, продажи товаров, задачи формирования для операторов машин, формировать отчеты.
- ▶ Умения 4: применять информационные системы управления сельским хозяйством в животноводстве. Они умеют вести электронный зоотехнический учет, разбираются в автоматизации процессов селекции и отбора, составлении генеалогических ветвей, логистике, расчете коэффициентов инбридинга

Компетенция 2: Способен понимать классификацию баз данных и их практическое применение в современном сельском хозяйстве.

- ▶ Знания 1: Основные типы и функциональность баз данных и где эти базы данных внедрены в сельском хозяйстве. Подходы как вводить и извлекать необходимую информацию.
- ▶ Умения 1: классифицировать базы данных и работать на практике с существующими базами данных, которые используются как часть информационных систем управления в сельском хозяйстве.

Structure of Subtopic 3 Management Information Systems

Name of sections, topics	Types of educational work (academic hours)				
	Contact work			Others (for example, consultations)	Individual work
	Lectures	Laboratory works	Practical studies		
3.1. Classification of information management systems. Examples of use in agriculture	1	1			1
3.2. Software for agricultural enterprises in crop production and livestock breeding	2	2			1
3.3. Farm information management functions	2	1			2
3.4. Artificial Intelligence. Introduction to definitions of artificial intelligence. Areas of research in the field of artificial intelligence. Models and practical applications in agriculture	3		2		2
3.5. Database. Classification of databases, application in agriculture.	2		2		

Структура Подтемы 3

Системы управления информацией в сельском хозяйстве

Название раздела, тема	Вид академической работы (академические часы)				
	Контактная работа			Прочее (например, консультации)	Индивидуальная работа
	Лекции	Лабораторная работа	Практические занятия		
3.1 Классификация систем управления информацией. Примеры использования в сельском хозяйстве	1	1			1
3.2 Программное обеспечение сельскохозяйственных предприятий в растениеводстве и животноводстве	2	2			1
3.3 Функции управления информацией на фермах	2	1			2
3.4 Искусственный интеллект. Введение в определения искусственного интеллекта. Направления исследований в области искусственного интеллекта. Модели и практическое применение в сельском хозяйстве	3		2		2
3.5 Базы данных. Классификация баз данных, применение в сельском хозяйстве.	2		2		



37. 3.1 Classification of information management systems. Examples of use in agriculture

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	1	Individual work (hours)	1
Developers	O. Tsybikova, O. Altaeva. (BSAA)		

Brief description of the teaching unit

The main attention will be paid to the theoretical and methodological analysis of information support systems (ISS) for the agro-industrial complex using examples of Russian and foreign information systems. The classification of information management systems will also be considered.

Information management systems in agriculture include:

- automated information systems (general use);
- introduction of a geoanalytical system (regional level);
- integrated regional information systems (IRIS);
- geoinformation systems for monitoring agricultural lands;
- other information support systems for agriculture: cloud-based online service "KosmosAgro", Software for agriculture AgroNetworkTechnology, ("Ant", Moscow), GIS "Panorama AGRO" (KB "Panorama", Moscow), Mobile application "Calculation of NPK removal" ("Agroculture", Moscow), etc.;
- information support systems for the codes of the Ministry of Agriculture.

A significant example of systemic information support in the field of agricultural science is the iMAP integrated environment, which is used in the EU countries to forecast the agroindustrial complex. iMAP uses four partial equilibrium models: AGLINK-COSIMO, CAPRI, ESIM, AGMEMOD

Literature/ available resources for students

1. *Information support systems for analysis and forecasting in agriculture.* (2019). Moscow: Scientific works of VIAPI named after A.A. Nikonov. Issue 50, p. 120.
2. Trufliak, E.V. (2021). *Precise agriculture: textbook.* Manual. 2nd ed. SPb.: Lan. p. 512.

Further resources for teachers

1. Sovetov, B. Ia. (2008). *Information technology: textbook.* Moscow: High school, p. 263.
2. Sharipov, I.K. et al. (2014). *Information technologies in the agro-industrial complex [Electronic resource]: tutorial.* Stavropol: Stavropol State Agrarian University, p. 107.



3.1 Классификация систем управления информацией. Примеры использования в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	1
Разработчики	Цыбикова О.М, Алтаева О. А. (БГСХА)		

Краткое описание учебной единицы

Основное внимание в теме уделяется теоретико-методологическому анализу систем информационного обеспечения (СИО) для АПК на примерах российских и зарубежных информационных систем. Также будет рассмотрена классификация систем управления информацией.

К системам управления информацией в сельском хозяйстве относятся:

- автоматизированные информационные системы (общее использование);
- внедрения геоаналитической системы (региональный уровень);
- интегрированные региональные информационные системы (ИРИС);
- геоинформационные системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения;
- облачный онлайн-сервис «КосмосАгро», Программное обеспечение для сельского хозяйства AgroNetworkTechnology, («Ант», Москва), ГИС «Панорама АГРО» (КБ «Панорама», Москва), Мобильное приложение «Расчет выноса NPK» («Агрокультура», Москва) и т.д;
- системы информационного обеспечения по сводам МСХ.

Важным и значимым примером системного информационного обеспечения в сфере аграрной науки является интегрированная среда iMAP, для прогнозирования АПК в странах ЕС. В рамках iMAP используются четыре модели с частичного равновесия: AGLINK-COSIMO, CAPRI, ESIM, AGMEMOD

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. *Системы информационного обеспечения для анализа и прогнозирования в сельском хозяйстве.* (2019). Москва: ВИАПИ имени А.А. Никонова, с. 120.
2. Труфляк, Е.В. (2021). *Точное сельское хозяйство: учебник для вузов.* Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 512.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Советов, Б.Я. (2008). *Информационные технологии: учебник.* Москва: Высшая школа, с. 263.
2. Шарипов, И.К. и др. (2014). *Информационные технологии в агропромышленном комплексе: учебное пособие.* Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет.



38. 3.2 Software for agricultural enterprises in crop production and livestock breeding

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	2	Individual work (hours)	2
Developers	A. Petrov (NSAU), G. Seydalieva (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

The study of the software used in crop production and livestock breeding. The purpose of software products, capabilities and principles of working with software products (Panorama AGRO, ArcGIS, SELEX).

Basics of working with software products Panorama AGRO, ArcGIS, SELEX. The study of the interface of programs, study of the functions and capabilities of software products.

The study of the ArcGIS software product, the program's functions and examples of practical application in crop production.

Implement and use spatial analysis in ArcGIS to derive new information from the data for making better decisions. Application of statistical, mathematical and geographic operations to mapped data. Examples of compiling maps with data on the agrochemical composition of the soil.

Basics of working with the program Panorama AGRO.

The study of the interface and capabilities of the program, relevant tasks in crop production that can be solved in the Panorama AGRO program.

Explore other possibilities of the crop management decision support program. Study of the functions of the SELEX program.

Maintaining electronic primary zootechnical records. Management of selection and breeding work, analysis and systematization of appraisal data. Accounting and analysis of economically useful traits and quality indicators of animals. Forecasting the production of livestock breeding.

Literature/ available resources for students

1. Hussein, Nasser. (2014). *Learning ArcGIS Geodatabase*. United Kingdom, p. 158.
2. Michael Law, Amy Collins. (2019). *Getting to Know ArcGIS Pro (2nd Edition)*. USA, p. 512.
3. *ESRI&Data + ESRI ArcGIS 9 ArcMap: User guide*. (2004). USA, p. 546.

Further resources for teachers

1. Lesmeister C. (2017). *Mastering Machine Learning with R (2nd Edition)*. USA
2. GIS "Panorama AGRO". Retrieved from: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm>
3. GIS "ArcGIS". Retrieved from: <https://arcgis.com>



39. 3.2 Программное обеспечение сельскохозяйственных предприятий в растениеводстве и животноводстве

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Петров А.Ф. (НГАУ), Сейдалиева Г.О. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Знакомство с программным обеспечением, применяемым в растениеводстве и животноводстве. Назначение программных продуктов, возможности и принципы работы с программными продуктами (Панорама АГРО, ArcGIS, СЕЛЭКС).

Основы работы с программными продуктами Панорама АГРО, ArcGIS, СЕЛЭКС. Ознакомление с интерфейсом программ, изучение функций и возможностей программных продуктов.

Знакомство с программным продуктом ArcGIS, изучение возможностей программы и примеры практического применения в растениеводстве.

Реализация и использование пространственного анализа в ArcGIS для получения новой информации из данных для принятия лучших решений. Применение статистических, математических и географических операций к нанесенным на карту данным. Примеры составления карт с данными об агрохимическом составе почвы.

Основы работы с программой Панорама АГРО

Знакомство с интерфейсом и возможностями программы, актуальные задачи в растениеводстве, которые можно решить в программе Панорама АГРО.

Изучение функций и возможностей программы СЕЛЭКС

Ведение электронного первичного зоотехнического учета. Управление селекционно-племенной работой, анализ и систематизация данных бонитировки. Учет и анализ хозяйственно-полезных признаков и качественных показателей животных. Прогнозирование производства продукции животноводства.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Хусейн Насер. (2014). *Изучаем ArcGIS Geodatabase*. Великобритания, с. 158.
2. Майкл Лоу, Эми Коллинз. (2019). *Знакомство с ArcGIS Pro (2-е издание)*. США, с. 512.
3. *ESRI&Data+*. *ESRI ArcGIS 9 ArcMap*. (2004). Руководство пользователя, США, с. 546.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Лесмейстер С. (2017). *Освоение машинного обучения с помощью языка R (2-ое издание)*. США.
2. ГИС «Панорама АГРО». Получено из: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?yclid=1583119978754739191>
3. ГИС «ArcGIS». Получено из: <https://arcgis.com>

40. 3.3 Farm information management functions

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	2	Individual work (hours)	2
Developers	A. Petrov (NSAU), G. Seydalieva, B. Kirgizbaeva (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

Crop production:

- compilation and maintenance of an electronic book on the field history;
- methods and approaches to filling a field passport;
- crop rotation planning (design, introduction, development);
- development of agrotechnical measures;
- assessment of expenses and income;
- logistics;
- formation of tasks for machine operators;
- generating reports.

Livestock breeding:

- automation of feeding and milking systems;
- electronic zootechnical registration;
- automation of selection processes;
- logistics;
- drawing up genealogical branches and lines.

Literature/ available resources for students

1. Bazdyrev, G.I., Loshakov, V.G., Puponin, A.I. et al. (2000). *Farming*. 551 p.
2. Nikliaeva, V.S. (2000). *Fundamentals of agricultural production technology. Farming and crop production*. 555 p.

Further resources for teachers

1. Lecture script



41. 3.3 Функции управления информацией на фермах

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Петров А.Ф. (НГАУ), Сейдалиева Г.О., Киргизбаева Б. (КазНАИУ),		

Краткое описание учебной единицы

Растениеводство:

- составление и ведение электронной книги истории полей;
- методы и подходы к составлению паспорта поля;
- планирование севооборотов (проектирование, введение, освоение);
- разработка агротехнических мероприятий;
- оценка расходов и доходов;
- логистика;
- формирование заданий для механизаторов;
- генерирование отчетов.

Животноводство:

- автоматизация систем кормления и доения;
- электронный зоотехнический учет;
- автоматизация процессов отбора и подбора;
- логистика;
- составление генеалогических ветвей и линий.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Баздырев, Г.И., Лошаков, В.Г., Пупонин, А.И. и др. (2000). *Земледелие*. 551 с.
2. Никляева, В.С. (2000). *Основы технологии сельскохозяйственного производства*. Земледелие и растениеводство, с. 555.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Конспект лекции



42. 3.4 Artificial Intelligence. Introduction to definitions of artificial intelligence. Areas of research in the field of artificial intelligence. Models and practical applications in agriculture

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	3	Individual work (hours)	2
Developers	A. Petrov (NSAU), A. Serikbaev (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

Introduction to the artificial intelligence, approaches to study, research directions and practical applications in agriculture. The following issues are considered in the lecture:

- logical approach;
- agent-based approach;
- machine learning;
- neural networks;
- biological modeling of artificial intelligence (quasi-biological paradigm);
- expert systems;
- intelligent robotics;
- machine creativity;
- symbolic approach;
- hybrid approach;
- symbolic modeling of thought processes (theorem proving, decision making and game theory, planning and scheduling, forecasting);
- work with natural languages.

The use of AI in agriculture to detect plant diseases, classify and identify weeds, determine and count fruits, manage water resources and soil, predict weather (climate), determine animal behavior, improve the efficiency of management decisions, increase access to information, empowering people in the workplace, designing unmanned agricultural machines.

Literature/ available resources for students

1. Tom, M., Mitchell. (1997). *Machine Learning*.
2. Bernard Marr & Matt Ward. (2019). *Artificial Intelligence in Practice*.
3. Gavrilova, T.A., Khoroshevsky, V.F. (2000). *Knowledge base of intelligent systems*. St. Petersburg,

Further resources for teachers

1. Lesmeister, C. (2017). *Mastering Machine Learning with R (2nd Edition)*. USA
2. Burakov, M.V. (2017). *Artificial intelligence systems: a tutorial*. Moscow: Prospect, p. 440.
3. *Russian Association for Artificial Intelligence*. Retrieved from: <http://www.raai.org/resurs/resurs.shtml#automats>



3.4 Искусственный интеллект. Введение в определения искусственного интеллекта. Направления исследований в области искусственного интеллекта. Модели и практическое применение в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	3	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Петров А.Ф. (НГАУ), Серикбаев А.У. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Введение в области изучения искусственного интеллекта, подходов к изучению, направлений исследования и практического применения в сельском хозяйстве. В лекции будут рассмотрены следующие вопросы:

- логический подход; - агентно-ориентированный подход;
- машинное обучение; - нейронные сети;
- биологическое моделирование искусственного интеллекта (квазибиологическая парадигма);
- экспертные системы; - интеллектуальная робототехника (робототехника);
- машинное творчество; - символичный подход;
- гибридный подход;
- символическое моделирование мыслительных процессов (доказательство теорем, принятие решений и теория игр, планирование и диспетчеризация, прогнозирование);
- работа с естественными языками.

Использование ИИ в сельском хозяйстве для обнаружения болезней растений, классификации и идентификации сорняков, определения и подсчета плодов, управления водными ресурсами и почвой, прогнозирования погоды (климата), определения поведения животных, повышения эффективности управленческих решений, повышение доступа к информации, расширения возможностей человека на рабочем месте, проектирования беспилотных сельскохозяйственных машин.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Том, М. Митчел. (1997). *Машинное обучение*.
2. Бернанд, Мар., Мат, Уард. (2019). *Искусственный интеллект в практике*.
3. Гаврилова, Т.А., Хорошевский, В.Ф. (2000). *Базы знаний интеллектуальных систем*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Лесмейстер, С. (2017). *Освоение машинного обучения с помощью языка R (2-ое издание)*. США
2. Бураков, М.В. (2017). *Системы искусственного интеллекта: учебное пособие, с. 440*.
3. *Российская ассоциация искусственного интеллекта*. Получено из:
<http://www.raai.org/resurs/resurs.shtml#automats>



43. 3.5 Database. Classification of databases, application in agriculture.

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	2	Individual work (hours)	2
Developers	A. Petrov (NSAU), O. Benyukh, A. Serikbayev (KazNARU),		

Brief description of the teaching unit

Introduction to database theory (information, data, knowledge, terminology):

- Information, data, data processing, data processing system (DPS), data management, subject area (SA), information preparation, database (DB), database management system (DBMS)

Basic data models, types of data structures, operations on data:

Data model as a tool for modeling an arbitrary subject area. Components of the data model:

a set of types of data structures; a set of operators or inference rules; a set of general integrity rules.

Network Data Model (NDM), Hierarchical Data Model (HDM), Relational Data Model (RDM)

Database management systems (DBMS):

DBMS classification, functions, purpose, administration

Relational Data Model (RDM):

The concept of relationship, specification of relationships, advantages and disadvantages of RDM, object-relational data model and object-oriented data model are considered.

Introduction to the SQL language: operations of relational algebra; creating tables; data modification commands; types of requests (attached requests, table joining (INNER JOIN LEFT JOIN, RIGHT JOIN, FULL JOIN)) retrieving data from tables (retrieving, grouping, conditional query statements)

Literature/ available resources for students

1. Connolli, T., Begg, K. (2003). *Databases: design, implementation, maintenance. Theory and Practice, 3rd ed.*: Tutorial. Publishing house "Viliams", p. 1440.
2. Graber, M. (2012). *Publishing House "Lori"*.

Further resources for teachers

1. Lecture script



44. 3.5 Базы данных. Классификация баз данных, применение в сельском хозяйстве.

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Петров А.Ф. (НГАУ), Бенюх О.А. (АБКРУ), Серикбаев А.У. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Ввод в теорию баз данных (информация, данные, знания, терминология):

- Информация, данные, обработка данных, система обработки данных (СОД), управление данными, предметная область (ПрО), подготовка информации, база данных (БД), система управления базами данных (СУБД).

Основные модели данных, типы структур данных, операции над данными:

Модель данных, как инструмент моделирования произвольной предметной области. Составные части модели данных: набор типов структур данных; набор операторов или правил вывода; набор общих правил целостности. Сетевая модель данных (СМД), иерархическая модель данных (ИМД), реляционная модель данных (РМД).

Системы управления базами данных (СУБД):

Классификация СУБД, функции, назначение, администрирование.

Реляционная модель данных (РМД):

Рассмотрены понятие отношения, свойства отношений, достоинства и недостатки РМД, объектно-реляционная модель данных, объектно-ориентированная модель данных.

Введение в язык SQL: операции реляционной алгебры; создание таблиц; команды модификации данных; типы запросов (вложенные запросы, соединение таблиц (INNER JOIN, LEFT JOIN, RIGHT JOIN, FULL JOIN)) извлечение данных из таблиц (извлечение, группировка, условные операторы запроса).

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Коннолли, Т., Бегг, К. (2003). *Базы данных: проектирование, реализация, сопровождение*. Теория и практика, 3-е изд., с. 1440.
2. Грабер, М. (2012). *Издательство Лори*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Конспект лекции



4. Precision Agriculture (crop farming and livestock breeding)

Precision agriculture is one of the basic elements of resource-saving technologies. It reduces the cost of fertilizers, seeds, fuel, increases yields, aligns physical and agrochemical properties of soil, increases soil fertility and improves agricultural products from the point of view of being environmentally friendly. Young researchers will get acquainted with the current trends in application of precision technologies in crop and livestock production, the most used precision solutions such as yield mapping, parallel tracking, site-specific crop production, satellite monitoring of crop conditions and variable-rate application of fertilizers and plant protection means.

Learning outcomes

Competence 1: PhD-students understand precision farming systems and can use precision farming techniques to solve problems

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know the current trends in the use of precision farming technologies in crop and livestock production. They know the scope and methods of production management of the parameters of technological processes during the operation of machinery and equipment.
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to operate the information technologies, computer technologies and software related to precision farming in the field of crop and livestock production.
- ▶ Skill 2: PhD-students are able to search for necessary information to solve professional problems on the basis of information technologies.
- ▶ Skill 3: PhD-students are able to operate Precision Farming equipment

Competence 2: PhD-students demonstrate their ability to conduct research, analyze results and prepare reporting documents by means of precision farming technology.

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know current trends in scientific research, the methodology for performing technical measurements during experiments and processing data obtained while researching.
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to use information resources and specific software for performing theoretical calculations and processing experimental data in precision farming

Content

Professional content: Use of Precision Farming technologies in research projects.

Methodological content: Use of methods for solving problems in the development of new technologies for precision farming.

Practical content: Precision farming systems based on the practical application of smart agricultural machinery and digital equipment, navigation and information technologies for crop and livestock production. Operation of UAVs for crop production and livestock breeding (drones, UAVs), taking into account their purpose and environmental friendliness.

Interdisciplinary content: Connection with disciplines: information technology, modern problems of science and production in agro engineering, agricultural production technology, modeling, physics, mathematics.



4. Точное сельское хозяйство (растениеводство и животноводство)

Одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий является точное сельское хозяйство. Оно позволяет сократить затраты на внесение удобрений, семена, топливо, увеличить урожайность, выровнять физические и агрохимические свойства почвы, повысить воспроизводство почвенного плодородия и уровень экологической чистоты сельскохозяйственной продукции. Молодые исследователи познакомятся с современными тенденциями применения точных технологий в растениеводстве и животноводстве, наиболее используемыми точными решениями: картированием урожайности, подруливающими устройствами и параллельным вождением, спутниковым мониторингом состояния культур, дифференцированным посевом и точным внесением удобрений и средств защиты растений.

Результаты обучения

Компетенция 1: Способен понимать системы точного земледелия и использовать методы точного земледелия для решения проблем.

- ▶ Знания 1: Современные тенденции применения **точных** технологий в растениеводстве и животноводстве. Они знают области и методы управления производством параметрами технологических процессов при эксплуатации машин и оборудования.
- ▶ Умения 1: работать с информационными технологиями, компьютерными технологиями и программным обеспечением, относящимся к точному земледелию в области растениеводства и животноводства.
- ▶ Умения 2: проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач с применением информационных технологий в области растениеводства и животноводства
- ▶ Умения 3: Эффективно использовать современную точную технику.

Компетенция 2: Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы на основе точных технологий.

- ▶ Знания 1: Современные тенденции в научных исследованиях, методологию технических измерений и обработки полученных данных.
- ▶ Умения 1: Использовать информационные ресурсы и специализированное программное обеспечение для выполнения теоретических расчетов и обработки экспериментальных данных в точном земледелии.

Содержание

Профессиональное: Использование технологий точного земледелия для научно-исследовательских проектов.

Методологическое: Использование знаний методов решения задач при разработке новых технологий точного земледелия.

Практическое: Системы точного земледелия, основанные на практическом применении умной сельхозтехники и цифрового оборудования, навигационных и информационных технологий для растениеводства и животноводства.

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в растениеводстве и животноводстве с учетом их назначения и экологичности.

Междисциплинарное: Связь с дисциплинами: информационные технологии, современные проблемы науки и производства в агроинженерии, технологии производства сельскохозяйственной продукции, моделирование, физика, математика

Structure of Subtopic 4

Precision Agriculture (crop farming and livestock breeding)

Name of sections, topics	Types of educational work (academic hours)				
	Contact work			Others (for example, consultations)	Individual work
	Lectures	Laboratory works	Practical studies		
4.1. Precision crop farming					
4.1.1. Variable rate application & Site-specific crop management	2	2			4
4.1.2. Parallel tracking / guidance systems	2	2			3
4.1.3. Use of unmanned aerial systems (UAS) in agriculture	1		1		2
4.2. Precision livestock breeding					
4.2.1. Elements and examples of precision dairy cattle breeding	1	2			2
4.2.2. Elements and examples of precision pig breeding	1				2
4.2.3. Elements and examples of precision poultry farming	1				2

Структура Подтемы 4

Точное сельское хозяйство (растениеводство и животноводство)

Название раздела, тема	Вид академической работы (академические часы)				
	Контактная работа			Прочее (например, консультации)	Индивидуальная работа
	Лекции	Лабораторная работа	Практические занятия		
4.1. Точное земледелие					
4.2.1. Дифференцированное внесение удобрений & точное земледелие	2	2			4
4.2.2. Параллельное отслеживание /системы навигации	2	2			3
4.2.3. Использование беспилотных летательных аппаратов (UAS) в сельском хозяйстве	1		1		2
4.2. Точное животноводство					
4.2.1. Элементы и примеры точного молочного скотоводства	1	2			2
4.2.2. Элементы и примеры точного свиноводства	1				2
4.2.3. Элементы и примеры точного птицеводства	1				2



45. 4.1 Precision Agriculture

46. 4.1.1 Variable rate application & Site-specific crop management

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	2	Individual work (hours)	4
Developers	S. Nukeshev, K. Eskozhin (KATU), E. Golosnoy, T. Aysanov (SSAU)		

Brief description of the teaching unit

- **Soil sampling.** Soil sampling rules to determine the right amount of fertilizer for specific site conditions. Analysis of the results obtained, drawing up field maps, defining tasks for equipment in the field. Requirements for the choice of satellite navigation and specialized programs for remote control of equipment.
- **Site-specific tillage.** Determination of field conditions by soil structure and geological characteristics in order to differentiate soil cultivation systems.
- **Justification** of the effectiveness of the application of the precision farming system. Substantiation of the advantages of using systems of differentiated fertilization and pesticide application due to the introduction of methods of one-stage technological solutions on-line using a sensor approach.
- **Site-specific sowing.** In addition to the basic criteria for the selection of seeding rates and seeding schemes, the landscape and the provision of specific microplots with nutrients are taken into account. It will reduce the irrational consumption of seed material and even out the density of the plant.
- **Economic and environmental impact** of differentiated crop management, taking into account small-scale field heterogeneity and optimization of technological processes.

Literature/ available resources for students

1. Kalichkin, V.K. (2018). *Agronomic geoinformation systems*. Novosibirsk: SFRCA RAS, p. 347.
2. Kiriushin, V.I. (2015). *Agrotechnology*. St. Petersburg: Lan, 2015. p. 464. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/64331>
3. Trufliak, E.V. (2019). *Precise agriculture*. St. Petersburg: Lan, 2019. p. 376. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/122186>.
4. Trufliak, E.V. (2017). *Precision farming technical support*. Laboratory workshop. St. Petersburg: Lan, p. 172. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/92956>

Further resources for teachers

1. *GIS "Panorama AGRO"*. Retrieved from: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?Yclid=1583119978754739191>
2. *Engineering Center GEOMIR*. Retrieved from: <http://www.geomir.ru>
3. Lecture script



47. 4.1 Точное земледелие

48. 4.1.1 Дифференцированное внесение удобрений & точное земледелие

Форма обучения/ преподавания:	Лекция визуализация		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	4
Разработчики	Нукешев С.О., Ескожин К.Д. (КАТУ), Голосной Е.В., Айсанов Т.С. (СтГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

– **Отбор проб почвы.** Правила отбора проб почвы для определения нужного объема удобрений для конкретных условий участка. Анализ полученных результатов, составление карт полей, определение задач для техники в поле. Требования к выбору спутниковой навигации и специализированные программы для удаленного управления техникой.

– **Дифференцированная обработка почвы.** Определение условий полей по структуре почвы и геологическим характеристикам с целью дифференциации систем обработки почвы.

– **Обоснование эффективности применения системы точного земледелия.** Обоснование преимуществ применения систем дифференцированного внесения удобрений и пестицидов благодаря внедрению методов одноэтапных технологических решений on-line с использованием сенсорного подхода.

– **Дифференциация посева по участку.** При этом, помимо базовых критериев выбора норм высева и схем посева, учитываются рельеф и обеспеченность конкретных микроучастков элементами питания, что позволит снизить нерациональный расход семенного материала и выровнять густоту стояния растений.

- **Экономический и экологический эффект** от дифференцированного управления посевами с учетом мелкомасштабной неоднородности полей и оптимизации технологических процессов.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Каличкин, В.К. (2018). *Агрономические геоинформационные системы*. Новосибирск: СФНЦА РАН, с. 347.
2. Кирюшин, В.И. (2015). *Агротехнологии*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 464. : <https://e.lanbook.com/book/64331> .
3. Труфляк, Е.В. (2019). *Точное земледелие*. СПб.: Лань ЭБС, с. 376ю Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/122186>
4. Труфляк, Е.В. (2017). *Техническое обеспечение точного земледелия*. Лабораторный практикум. СПб.: Лань ЭБС, с. 172. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92956>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. ГИС «Панорама АГРО». Получено из: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?yclid=1583119978754739191>
2. Инженерный центр ГЕОМИР. Получено из: <http://www.geomir.ru>
3. Конспект лекций.

4.1.2 Parallel tracking / guidance systems

Form of study/ teaching:	Lecture visualization		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	V.Tikhonovsky (NSAU), S. Nukeshev, K. Eskozhin (KATU)		

Brief description of the teaching unit

Automated management systems for the movement of tractors and self-propelled agricultural machines based on GLONASS / GPS-navigation, their advantages over traditional control of agricultural machinery when performing field work

The purpose, classification and design of automated traffic control systems for tractors and driverless agricultural machines based on GLONASS / GPS navigation (autopilot) installed on various tap machines (Autonomous Tractor Corporation, AGCO Corporation and CNH Industrial, AutoTrac 200, GPS PILOT, AgGPS® Autopilot™, SteerCommand® from AG Leader, Topcon ACU, AT400 Spirit, Case IH Magnum, FarmPilot, Forge Robotic Platform, Greenbot, Robocut and RoboPower, C-Pilot).

- Parallel driving systems and autopilots, varieties, assessment of driving accuracy, conditions of use
- Equipment and devices for automatic control of the movement of tractors and combines
- Possible patterns of movement of agricultural units in accordance with the given field conditions.

For the high-quality performance of all kinds of technological operations, the system includes calculations for various motion patterns, such as shuttle and circular motion, headland processing mode, etc. The effectiveness of the use of parallel driving systems of Russian and for-foreign manufacturers when performing various operations. Permanent tracking systems. Relevant and increasingly used in large farms / agricultural holdings

- Economic and environmental benefits from the use of parallel tracking and navigation systems

When using parallel tracking and navigation systems, savings in working and machine time of work, fuel and lubricants, seeds, fertilizers and plant protection products are achieved

Literature/ available resources for students

1. Kalichkin, V.K. (2018). *Agronomic geoinformation systems*. Novosibirsk, p. 347.
2. Yenina, E. (2015). *Scientific support of agro-industrial complex management*. St. Petersburg: Lan, ELS, p. 224 <https://e.lanbook.com/book/65047>
3. Zhang, Qin (Hg.). (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
4. GIS "Panorama AGRO". Retrieved from: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?Yclid=1583119978754739191>
5. *Engineering Center GEOMIR*. Retrieved from: <http://www.geomir.ru>.

Further resources for teachers

1. Script of the lecture



49. 4.1.2 Параллельное отслеживание /системы навигации

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Тихоновский В.В. (НГАУ), Нукашев С.О., Ескожин К.Д. (КАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Автоматизированные системы управления движением тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин на основе ГЛОНАСС/GPS-навигации, их преимущества перед традиционным управлением сельскохозяйственной техникой при выполнении полевых работ.

Назначение, классификация и устройство автоматизированных систем управления движением тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин на основе ГЛОНАСС/GPS-навигации (автопилот) устанавливаемых на различных типах машин (Autonomous Tractor Corporation, AGCO Corporation и CNH Industrial, AutoTrac 200, GPS PILOT, AgGPS® Autopi-lot™, SteerCommand® от AG Leader, Topcon ACU, AT400 Spirit, Case IH Magnum, FarmPilot, Forge Robotic Platform, Greenbot, Robocut и RoboPower, C-Pilot).

- Системы параллельного вождения и автопилоты, разновидности, оценка точности вождения, условия применения
- Оборудование и приборы для автоматического управления движением тракторов и комбайнов
- Возможные шаблоны движения сельскохозяйственных агрегатов в соответствии с заданными полевыми условиями

Для качественного выполнения всевозможных технологических операций в системе заложены вычисления различных шаблонов движения, таких как челночный и круговой способы движения, режим обработки поворотных полос и др.

Эффективность применения систем параллельного вождения российских и зарубежных производителей при выполнении различных операций. Постоянные системы слежения релевантны и все больше используются в больших фермах/ агрохолдингах.

- Экономический и экологический эффект от применения параллельного отслеживания и систем навигации. При применении параллельного отслеживания и систем навигации достигается экономия рабочего и машинного времени работы, топливно-смазочных материалов, семян, удобрений и средств защиты растений.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Каличкин, В.К. (2018). *Агрономические геоинформационные системы*. Новосибирск, с. 347.
2. Енина, Е. (2015). *Научное обеспечение управления агропромышленным комплексом*. СПб: Лань ЭБС, с. 224. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/65047>
3. Zhang, Qin Hg. (2016): *Технология точного земледелия для выращивания сельскохозяйственных культур*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
4. ГИС "Панорама АГРО". Получено из: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?Yclid=1583119978754739191>
5. *Инженерный центр ГЕОМИР*. Получено из: <http://www.geomir.ru>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Конспект лекции



4.1.2 Parallel tracking / guidance systems

Form of study/ teaching:	Lab work		
Contact hours	2	Individual work (hours)	3
Developers	S. Nukeshev, K. Eskozhin (KATU), E. Golosnoy, T. Aysanov T.S.(SSAU)		

Brief description of the teaching unit

Objective: study and practical application of the elements of precision farming technology - parallel tracking / navigation system.

Instruments and equipment: parallel driving system BNK "Agro-navigator", the central unit of the automatic system for controlling the flow of working fluid "ASUR-VD", a transparent container in a metal frame with pipeline fittings, a proportional pressure regulator with an electrically controlled stop valve, filter and magnetolectric flow meter 4621AAA41414, spray nozzles, electric pump, flow meter for electric spraying systems DRZH-15, game steering wheel and pedals, 220V / 12V power converter.

Objective: **Onboard navigation complex "Agronavigator" (BNK)** is designed for:

- parallel driving of automotive vehicles when performing technological operations in day and night conditions;
- measuring the distance traveled (lengths of the headlines);
- clarification of the areas of farmland;
- measurements of the treated area;
- obtaining primary geodetic information for making field plans and clarifying the geometric parameters of agricultural land;
- control of the quantity and quality of treatments performed.

Literature/ available resources for students

1. Yenina, E. (2015). *Scientific support of agro-industrial complex management*. St. Petersburg: Lan, ELS, p. 224. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/65047>

Further resources for teacher

1. Methodological guidance for the lab work



50. 4.1.2 Параллельное отслеживание /системы навигации

Форма обучения/ преподавания:	Лабораторная работа		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	3
Разработчики	Нукешев С.О., Ескожин К.Д. (КАТУ), Голосной Е.В., Айсанов Т.С. (СТГАУ)		

Краткое описание учебной единицы

Цель работы: изучение, применение на практике элементов технологии точного земледелия - параллельное отслеживание / система навигации.

Приборы и оборудование: система параллельного вождения БНК «Агронавигатор», центральный блок автоматической системы управления расходом рабочей жидкости «АСУР-ВД», прозрачная емкость в металличе-ском каркасе с трубопроводной арматурой, регулятор давления пропорцио-нальный с электроуправляемым стоп-краном, фильтром и магнитоэлектри-ческим расходомером 4621AAA41414, распыляющие форсунки, электриче-ский насос, расходомер для электрических опрыскивающих систем ДРЖ-15, игровой руль и педали, преобразователь питания 220в/12в.

Назначение: **Бортовой навигационный комплекс «Агронавигатор» (БНК)** предназначен для:

- параллельного вождения автотракторной техники при выполнении технологических операций в дневных и ночных условиях;
- измерения пройденного расстояния (длин линий гона);
- уточнения площадей сельхозугодий;
- измерения обработанной площади;
- получения первичной геодезической информации для изготовления планов полей и уточнения геометрических параметров с/х угодий;
- контроля количества и качества выполненных обработок.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Енина, Е. (2015). *Научное обеспечение управления агропромышленным комплексом*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 224. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/65047>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Методические указания по лабораторной работе

51. 4.1.3 Use of unmanned aerial systems (UAS) in agriculture

Form of study/ teaching:	Lecture visualization		
Contact hours	1	Individual work (hours)	2
Developers	V. Tikhonovsky, A. Didenko (NSAU), A. Ansabaeva (ABKRU)		

Brief description of the teaching unit

1. Classification of unmanned aerial vehicle designs.

Types of unmanned aerial vehicles (UAVs) structures used in agriculture, their features, advantages and disadvantages.

2. Features of management of an unmanned aerial vehicle of a multicopter type. Location of controls. Flight dynamics. Takeoff and its types. Landing and its types. Autonomous flights for remote sensing of the Earth and cultivation of crops.

3. The main structural elements of unmanned aerial vehicles. Decks, beams, reinforcing elements. Materials used for the manufacture of UAVs. Marking of collectorless electric motors for various types of multi-rotor UAVs. Features of the design of propellers for UAVs. Types of accumulators for UAVs. Equipment for remote sensing of the earth: daytime cameras, infrared cameras, thermal im-aging cameras or radars. Crop processing equipment: pumps, rods, nozzles, bal-ancing tanks.

4. Flight control elements. UAV control.

Overview of flight controller designs. Sensors included in flight controllers (gyroscope, accelerometer, magnetometer).

Economic efficiency of the use of unmanned aerial vehicles in agriculture. Comparison and calculation of technological operations taking into account the use of unmanned aerial vehicles. Calculation of depreciation and operating costs of the use of unmanned aerial vehicles. Calculation of the economic effect from the use of unmanned aerial vehicles.

Literature/ available resources for students

1. Iliushko, V.M. (2009). *Unmanned aerial vehicles: Methods of approximate calculations of the main parameters and characteristics*. 304 p.
2. Grebenikov, A.G. (2008). *General types and characteristics of unmanned aerial vehicles: ref. allowance*. Kharkiv, p. 377.
3. Afanasyev, P.P. (2008). *Unmanned aerial vehicles. Fundamentals of the device and functioning*. Moscow.

Further resources for teachers

1. www.avialibrary.com/ Aviation library with 25 sections, including aerodynamics and flight dynamics
2. Script of the lecture



52. 4.1.3 Использование беспилотных летательных аппаратов (UAS) в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Тихоновский В.В., Диденко А.А. (НГАУ), Ансабаева А.С. (АБКРУ)		

Краткое описание учебной единицы

1. Классификация конструкций беспилотных летательных аппаратов.

Типы конструкций беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), используемых в сельском хозяйстве, их особенности, преимущества и недостатки.

2. Особенности управления беспилотным летательным аппаратом мультикоптерного типа. Расположение органов управления. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки. Автономные полеты для дистанционного зондирования земли и обработки посевов.

3. Основные элементы конструкции беспилотных летательных аппаратов. Деки, лучи, усиливающие элементы. Материалы применяемые для изготовления БПЛА. Маркировка безколлекторных электродвигателей для различных типов грузоподъемности БПЛА мультикоптерного типа. Особенности конструкций винтов для БПЛА. Типы аккумуляторов для БПЛА. Оборудование для дистанционного зондирования земли: дневные камеры, инфракрасные камеры, тепловизионные камеры или радары. Оборудование для обработки посевов: насосы, штанги, форсунки, балансировочные емкости.

4. Элементы контроля полета. Управление БПЛА.

Обзор конструкций полетных контроллеров. Датчики входящие в состав полетных контроллеров (гироскоп, акселерометр, магнитометр).

Экономическая эффективность применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Сравнение и расчет технологических операций с учетом применения беспилотных летательных аппаратов. Расчет амортизационных и эксплуатационных расходов применения беспилотных летательных аппаратов. Расчет экономического эффекта от применения беспилотных летательных аппаратов.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Ильющко, В.М. (2009). *Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик*, с. 304.
2. Гребеников, А.Г. (2008). *Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие*, с. 377.
3. Афанасьев, П.П. (2008). *Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. <http://www.avialibrary.com/> Авиационная библиотека по 25 разделам, включая аэродинамику и динамику полета
2. Конспект лекции

53. 4.1.3 Use of unmanned aerial systems (UAS) in agriculture

Form of study/ teaching:	Seminar		
Contact hours	1	Individual work (hr)	
Developers	V. Tikhonovsky, A. Didenko (NSAU), A. Ansabaeva (ABKRU)		

Brief description of the teaching unit

Setting up and calibrating the main parameters of unmanned aerial vehicles.

Setting up Qground control, mission planner. Installing and formatting the card. Uploading firmware to the flight controller. Setting up the flight controller. Frame selection. Setting up PID controllers. Calibration of sensors (compass, gyroscope, accelerometer, setting the horizon level). Connecting and calibrating the remote control (trimmers Throttle, Yaw, Pitch, Roll). Flight modes (Stabilized, Altitude, Position). Manual control (Stabilized / Manual, Acro, Rattitude), Automatic flight (Offboard, Auto.mission, Auto.rtl, Auto.land). Voltage divider calibration, ESC calibration.

Literature/ available resources for students

1. Iliushko, V.M. (2009). *Unmanned aerial vehicles: Methods of approximate calculations of the main parameters and characteristics*, p. 304.
2. Grebenikov, A.G. (2008). *General types and characteristics of unmanned aerial vehicles: ref. allowance*. Kharkiv, p. 377.
3. Afanasyev, P.P. (2008). *Unmanned aerial vehicles. Fundamentals of the device and functioning*. Moscow.

Further resources for teachers

1. Methodical guidance on seminars



54. 4.1.3 Использование беспилотных летательных аппаратов (UAS) в сельском хозяйстве

Форма обучения/ преподавания:	Практическое занятие		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Тихоновский В.В., Диденко А.А. (НГАУ), Ансабаева А.С. (АБКРУ)		

Краткое описание учебной единицы

Настройка и калибровка основных параметров беспилотных летательных аппаратов.

Установка Qground control, mission planner. Установка и форматирование карты. Загрузка прошивки в полетный контроллер. Настройка полетного контроллера. Выбор рамы. Настройка PID-регуляторов. Калибровка датчиков (компас, гироскоп, акселерометр, установка уровня горизонта). Подключение и калибровка пульта дистанционного управления (триммеры Throttle, Yaw, Pitch, Roll). Полетные режимы (Stabilized, Altitude, Position). Ручное управление (Stabilized/Manual, Acro, Rattitude), Автоматический полет (Offboard, Auto.mission, Auto.rtl, Auto.land). Калибровка делителя напряжения, Калибровка регуляторов (ESC).

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Ильюшко, В.М. (2009). *Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик*, с. 304.
2. Гребеников, А.Г. (2008). *Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие*, с. 377.
3. Афанасьев, П.П. (2008). *Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования*, Издательство МАИ.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Методические указания по практическому занятию

4.2 Precision Livestock Farming

54. 4.2.1 Elements and examples of precision dairy cattle breeding

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization. Preparation for laboratory work. Preparation of a laboratory report		
Contact hours	1	Individual work (hours)	2
Developers	A. Didenko (NSAU), G. Kokieva, S. Stepanova (ASAU), G. Seydalieva (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

The main elements of the herd management system are considered, including the identification of cows, accounting and control of individual parameters (milk yield, milking time, coming into heat, milk conductivity, etc.). The requirements for the quality of the microclimate in the premises for keeping cows are indicated. Technical means for control and maintenance of optimal parameters of microclimate in the premises for keeping cows are given.

An overview of technological solutions for the preparation and distribution of feed, as well as methods of watering animals, taking into account a loose system of maintenance, is given. The issues on the removal and disposal of manure were raised, taking into account the conservation of the ecological system.

There is a justification for the application of milking technology from the point of view of animal physiology, which allows to ensure their welfare. Attention is paid to the issue of the device and the principle of operation of milking machines. A laboratory work is provided to study the parameters of the milking machine with a controlled operation mode.

The examples of the influence of the human factor on the economic efficiency of milk production are considered, as well as a comparison of traditional and precise milk production technology from an economic point of view.

Literature/ available resources for students

1. Khazanov, E.E. (2021). *Technology and mechanization of dairy farmin*. St. Petersburg: Lan ELS, p. 352. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/152445>
2. Truflyak, E.V. (2019). *Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture at the end of 2018*. Krasnodar: KubSAU, p. 100.
3. Murtazaeva, R.N. (2018). *Innovative development of the agro-industrial complex*. Volgograd: Volgograd SAU, p. 164. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/112341>

Further resources for teachers

1. foresight.kubsau.ru/upload/iblock/b61/b618d3fddb26682d260b6b652d6eec.b5.pdf
2. Script of the lecture



55. 4.2 Точное животноводство

56. 4.2.1 Элементы и примеры точного молочного скотоводства

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка отчета по лабораторной работе		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Диденко А.А. (НГАУ), Кокиева Г.Е., Степанова С.В. (АГАТУ), Сейдалива Г.О. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Рассматриваются основные элементы системы управления стадом, включая идентификацию коров, учет и контроль индивидуальных параметров (надой, время доения, приход в охоту, электропроводность молока и т.п.). Обозначены требования к качеству микроклимата в помещениях для содержания коров. Приведены Технические средства для контроля и поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях для содержания коров.

Приведен обзор технологических решений для приготовления и раздачи кормов, а также способов поения животных с учетом беспривязной системы содержания. Затронуты вопросы по удалению и утилизации навоза с учетом сбережения экологической системы.

Имеется обоснование по применению технологии доения с точки зрения физиологии животных, что позволяет обеспечить их благополучие. Уделено внимание вопросу устройству и принцип работы доильных аппаратов. Предусмотрена лабораторная работа по исследованию параметров работы доильного аппарата с управляемым режимом работы.

Рассматриваются примеры влияния человеческого фактора на экономическую эффективность производства молока, а также сравнение традиционной и точной технологии производства молока с экономической точки зрения.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Хазанов, Е.Е. (2021). *Технология и механизация молочного животноводства: учебное пособие*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 352. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/152445>
2. Труфляк, Е.В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар: КубГАУ, с. 100.
3. Муртазаева, Р.Н. (2018). *Инновационное развитие агропромышленного комплекса: учебное пособие*. Волгоград: Волгоградский ГАУ, с. 164. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/112341>.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. foresight.kubsau.ru/upload/iblock/b61/b618d3fddb26682d260b6b652d6eec_b5.pdf
2. Конспект лекции



57. 4.2.2 Elements and examples of precision pig breeding

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization.		
Contact hours	1	Individual work (hours)	2
Developers	G. Kokieva (ASAU)		

Brief description of the teaching unit

PhD-students get knowledge, skills and abilities in the field of software. Accounting software allows zootechnician-breeder to solve the problems of analysis (state of breeding stock, boning, scorecard for fattening and meat quality) with the accumulation for the entire period of economic use of animals.

Management and integrated strategic planning of technological and breeding programs based on collection and analysis of information. The basic tool is the software, which is a system of methods and ways of collecting, transmitting, sending, processing, storing, presenting and using information

Control and maintenance of an optimal microclimate by controlling ventilation, heating, humidity levels, taking into account the concentration of harmful gases. Consideration is given to climate control unit for temperature support, analog control of a group of fans, humidity control, heating or cooling system control, etc. Substantiation of economic effect (saving of energy resources by means of utilization of warm air removed from the premises in winter time. Maintaining the temperature regime of animal housing, optimizes feed consumption, etc.)

Literature/ available resources for students

1. Truflyak E. V. (2019). Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture at the end of 2018. Krasnodar: KubSAU, p. 100.
2. Murtazaeva R.N. (2018). Innovative development of agribusiness. Volgograd, p.164. Available at: <https://e.lanbook.com/book/112341>
3. Kiryushin V.I. (2015). Agrotechnology. St. Petersburg: Lan ELS, p. 464. Available at: <https://e.lanbook.com/book/64331>
4. Kokorin O. Ya., Varfolomeev Yu. M. (2017). Systems and equipment for creating a microclimate. Moscow: INFRA-M, p. 274.
5. Ponedelchenko M.N., Pokhodnya G.S. (2011). The use of unconventional feed in pig breeding.
6. Bazhov G.M. (2009). Pig breeding. Stavropol, p.528.

Further resources for teachers

1. <http://window.edu.ru>
2. Yenina, E. (2016). Scientific support of agro-industrial complex management. Moscow: Academic project, p. 224. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/65047>
3. Script of the lecture



59. 4.2.2 Элементы и примеры точного свиноводства

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация.		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Кокиева Г.Е. (АГАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Освоение аспирантами знания, умения, навыков в области программного обеспечения. Программный комплекс учёта позволяет зоотехнику-селекционеру решать задачи проведения анализа (состояние племенного стада, бонитировка, карточка оценки по откормочному и мясному качеству) с накоплением на весь период хозяйственного использования животных.

Управление и комплексное стратегическое планирование технологических и селекционных программ на основе сбора и анализа информации. Базовым инструментом является ПО, представляющее собой систему методов и способов сбора, передачи, направлении, обработки, хранения, представление и использовании информации

Контроль и поддержание оптимального микроклимата посредством управления вентиляцией, обогревом, уровнем влажности, с учетом концентрации вредных газов. Рассматривается блок управления микроклиматом поддержки температурой, аналоговое управление группой вентиляторов, регулировании влажности, управление системой отопления или охлаждения и.т.д. Обоснование экономического эффекта (экономия энергоресурсов за счет утилизации теплого воздуха, удаляемого из помещения в зимнее время. Поддержание температурного режима содержания животных, оптимизирует расход кормов и т.д.)

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Труфляк, Е. В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар: КубГАУ, с. 100.
2. Муртазаева, Р.Н. (2018). *Инновационное развитие агропромышленного комплекса.* Волгоград: Волгоградский ГАУ, с. 164. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/112341>
3. Кирюшин, В.И. (2015). *Агротехнологии.* Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 464. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/64331>
4. Кокорин, О. Я., Варфоломеев, Ю. М. (2017). *Системы и оборудование для создания микроклимата помещений.* с. 274.
5. Понедельченко, М.Н., Походня, Г.С. (2011). *Использование нетрадиционных кормов в свиноводстве.*
6. Бажов, Г.М. (2009). *Свиноводство.* Ставрополь, с. 528.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. <http://window.edu.ru>
2. Енина, Е. (2015). *Научное обеспечение управления агропромышленным комплексом.* Санкт-Петербург, Лань ЭБС, с. 224. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/65047>



59. 4.2.3 Elements and examples of precision poultry farming

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization.		
Contact hours	1	Individual work (hours)	2
Developers	G. Kokieva (ASAU)		

Brief description of the teaching unit

PhD-students get knowledge, skills, and abilities in the field of software. Modern technological precision poultry farming deals with big data processing that can help poultry farm management to increase productivity and reduce costs. A software service platform covering all areas of egg production for automatic control and management of hatchery equipment and poultry meat. Modern software for precision poultry farming, optimization of programs in the digitalization mode (making operational decisions in the management of the company, related to the current performance of rearing and feeding programs used, raising the level of efficiency of existing tools and approaches)

Three steps are considered:

1. Monitoring. The use of sensors and other related equipment in poultry houses makes it possible to collect a variety of operational data. "Cloud-based" software allows you to monitor the flock anytime, anywhere.
2. Forecasting. Software that predicts the future performance of the bird in terms of body weight and egg production. Productivity control in accordance with the long-term strategy of the company and the achievement of planned targets.
3. Planning. Software to move from accurate forecasting to optimal planning. Intelligent algorithms that can help the management of poultry farms.

Software that forecasts the results of poultry farms. It takes into account all important elements of production: feed consumption, microclimate, health, housing conditions and other parameters. Software for poultry farm dispatching systems.

Literature/ available resources for students

1. Truflyak, E. V. (2019). *Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture at the end of 2018*. Krasnodar: KubSAU, p. 100.
2. Murtazaeva, R.N. (2018). *Innovative development of the agro-industrial complex*. Volgograd: Volgograd SAU, p.164. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/112341>
3. Kiryushin, V.I. (2015). *Agrotechnology*. St. Petersburg: Lan ELS, p. 464
<https://e.lanbook.com/book/64331>
4. Kokorin, O.Ya., Varfolomeev, Yu. M. (2017). *Systems and equipment for creating a microclimate*. Moscow: INFRA-M, p. 274.

Further resources for teachers

1. www.window.edu.ru
2. Yenina, E. (2015). Scientific support of agro-industrial complex management. St. Petersburg: Lan ELS, p. 224
3. <https://e.lanbook.com/book/65047>
4. Script of the lecture



60. 4.2.3 Элементы и примеры точного птицеводства

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация.		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Кокиева Г.Е. (АГАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Освоение аспирантами знаний, умений, навыков в области программного обеспечения. Современное технологическое высокоточное птицеводство заключается в обработке больших данных, способных помочь менеджменту птицеводческих хозяйств повысить продуктивность и снизить затраты. Программная сервисная платформа, охватывающая все сферы производства яиц по автоматическому контролю и управлению оборудованием инкубатора и мяса птицы. Современная ПО для точного птицеводства, оптимизация программ в режиме цифровизации (принятие оперативных решений в управлении предприятием, связанных с текущими показателями выращивания и используемыми программами кормления, поднятия уровня эффективности на новую ступень существующие инструменты и подходы)

Рассматривается три этапа:

1. Мониторинг. Использование в птичниках датчиков и иного сопутствующего оборудования позволяет собрать различные оперативные данные. «Облачное» ПО позволяет контролировать стадо в любое время и в любом месте.
2. Прогнозирование. ПО прогнозирующее будущую продуктивность птицы в отношении массы тела и яйцестойкости. Контроль продуктивности в соответствии с долгосрочной стратегией предприятия и достижения планируемых показателей.
3. Планирование. ПО позволяющее перейти от точного прогнозирования к оптимальному планированию. Интеллектуальные алгоритмы способные помочь менеджменту птицефабрик. ПО прогнозирующее результаты работы птицефабрик. Они учитывают все важнейшие элементы производства: потребление корма, микроклимат, здоровье, условия содержания и другие параметры. ПО системы диспетчеризации птицефабрик.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Труфляк, Е. В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар, с. 100.
2. Муртазаева, Р.Н. (2018). *Инновационное развитие агропромышленного комплекса.* Волгоград, с. 164. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/112341>
3. Кирюшин, В.И. (2015). *Агротехнологии.* Санкт-Петербург, 464с. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/64331>
4. Кокорин, О.Я., Варфоломеев, Ю.М. (2017). *Системы и оборудование для создания микроклимата помещений.*

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru>
2. Енина, Е. (2015). *Научное обеспечение управления агропромышленным комплексом.* Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 224, <https://e.lanbook.com/book/65047>
3. Конспект лекции



5. Agricultural automation and robotics

Smart agriculture integrates advanced technologies into existing farming practices to improve production efficiency and quality of agricultural products. They also improve workers' livelihoods by reducing hard manual labor and tedious daily tasks. The future farms will become digital offices. Soil and plant conditions will be analyzed by "smart" sensors, irrigation and fertilizer systems will run automatically, and humans in this digital environment will play the managing role. Young researchers will become familiar with agricultural robots, telemetry systems, the Internet of Things, and artificial intelligence, and learn how to analyze their cost-effectiveness and assess the impact of automation on sustainable agriculture and resource saving.

Learning outcomes

Competence 1: PhD-students are proficient in modern technologies applied in agricultural production and have an understanding of the perspective areas of application of automation and robotics in agriculture.

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know the main directions for the development of automation and robotics and their impact on crop and livestock production.
- ▶ Knowledge 2: PhD-students know current IT in agricultural production, the purpose and scope of logic (controllers), sensors and actuators for automation and robotization, the basics of operation, installation and adjustment of technical means for automation and robotic systems.
- ▶ Skill 1: PhD-students can apply modern information technologies to solve problems of scientific activities, as well as to use information resources in science and practice in the development of new technologies.

Competence 2: PhD-students are able to analyze the economic efficiency and assess the impact on the sustainability of agriculture and resource saving, accounting the use of automated machines and robots in agricultural production.

- ▶ Knowledge 1: PhD-students know the methodology for calculating economic efficiency in the case of the use of automated machines and robots in agricultural production.
- ▶ Skill 1: PhD-students are able to use methods of economic assessment of sustainability in the case of the use of automated machines and robotic devices in agricultural production.

Content

Professional content: Capacities of automated systems application for research objectives. The concept and scope of artificial intelligence and the Internet of things. Possibilities and limiting factors for the use of automation and robotics in agriculture. Evaluation of economic efficiency and sustainability when using automation and robotics.

Methodological content: Principles and methods of arrangement of theoretical and practical activities, taking into account the use of automated systems in crop and livestock production.

Practical content: Functioning of automated systems in crop and livestock production (telemetric system, field robots, milking robots, a feed pusher robot to the feed table, a manure collector robot, an egg collector robot for outdoor poultry keeping).

Interdisciplinary content: Connection with subjects: Mathematics, Physics, Computer Science, Electrical Engineering, Automation, Technology of Agricultural Production, Economics.



5. Автоматизация сельского хозяйства и робототехника

Умное сельское хозяйство предполагает интеграцию передовых технологий в существующие методы ведения сельского хозяйства с целью повышения эффективности производства и качества сельскохозяйственной продукции. Как дополнительное преимущество они также улучшают условия жизни работников. Фермы будущего станут похожими на цифровые офисы. Здесь состояние почвы и растений будут анализировать «умные» датчики, системы полива и подпитки удобрениями запускаться автоматически, а человек в этой цифровой среде выполняет роль управленца. Молодые исследователи познакомятся с агроботами, телеметрическими системами, интернетом вещей и искусственным интеллектом, научатся анализировать их экономическую эффективность и оценивать влияние автоматизации на устойчивое сельское хозяйство и ресурсосбережение.

Результаты обучения

Компетенция 1: Способен применять современные технологии в сельскохозяйственном производстве, с учетом использования средств автоматизации и робототехники.

- ▶ Знания 1: Основные направления развития автоматизации, робототехники и их влияние на растениеводство и животноводство.
- ▶ Знания 2: Современные IT-технологии в сельхозпроизводстве, назначение и область применения контроллеров, датчиков и исполнительных механизмов (актуаторов) для автоматизации и роботизации; основы эксплуатации, установки и настройки технических средств для систем автоматизации и робототехники.
- ▶ Умения 1: Умеет применять современные информационные технологии для решения научных проблем, а также использовать информационные ресурсы в науке и практике при разработке новых технологий

Компетенция 2: Способен анализировать экономическую эффективность и оценивать влияние автоматизации на устойчивое сельское хозяйство и ресурсосбережение, учитывать использование автоматизированных машин и роботов в сельскохозяйственном производстве.

- ▶ Знания 1: Методики расчета экономической эффективности при использовании автоматизированных машин и роботов в сельскохозяйственном производстве.
- ▶ Умения 1: Умеет использовать методы экономической оценки устойчивости с учетом применения автоматизированных машин и роботизированных устройств в сельскохозяйственном производстве.

Содержание

Профессиональное: Потенциал применения автоматизированных систем в исследовательских целях. Понятие и область применения искусственного интеллекта и Интернета вещей. Возможности и ограничивающие факторы для использования автоматизации и робототехники в сельском хозяйстве. Оценка экономической эффективности и устойчивости при использовании автоматизации и роботов.

Методологическое: Принципы и способы организации и построения теоретической и практической деятельности с учетом применения автоматизированных систем в растениеводстве и животноводстве.

Практическое: Функционирование автоматизированных систем в растениеводстве и животноводстве (телеметрическая система, полевые роботы, доильные роботы, робот-кормоуборочный комбайн к столу кормления, робот-накопитель навоза, робот-яичкоуборочный комбайн для содержания птицы на открытом воздухе).

Междисциплинарное: Связь с дисциплинами: математика, физика, информатика, электротехника, автоматика, технологии производства сельскохозяйственной продукции, экономика.



Structure of Subtopic 5

Agricultural automation and robotics

Name of sections, topics	Types of educational work (academic hours)				
	Contact work			Others (for example, consultations)	Individual work
	Lectures	Laboratory works	Practical studies		
5.1. Telemetrics	1	2			2
5.2. Internet of things	1				1
5.3. Robotics	1		1		2
5.4. Artificial Intelligence	1		1		1
5.5. Autonomous controlled agricultural machinery	2				1

Структура Подтемы 5

Автоматизация сельского хозяйства и робототехника

Название раздела, тема	Вид академической работы (академические часы)				
	Контактная работа			Прочее (например, консультации)	Индивидуальная работа
	Лекции	Лабораторная работа	Практические занятия		
5.1 Телеметрические системы	1	2			2
5.2 Интернет вещей	1				1
5.3 Робототехника	1		1		2
5.4 Искусственный интеллект	1		1		1
5.5 Автономно-управляемая сельскохозяйственная техника	2				1

61. 5.1 Telemetrics

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	1	Individual work (hours)	2
Developers	V.Tikhonovsky (NSAU), S. Issenov, Ye.Sarsikeev (KATU)		

Brief description of the teaching unit

The use of telemetric systems in agriculture is considered.

Substantiation of the principles of operation of telemetric systems. Classification of information devices used in telemetry.

Classification, purpose and principles of operation of telemetric systems applied on various types of machines. (Telematics, AgCommand, AFS Connect, JDLink, Agtronon, "AvtoGRAF", GLONASS Telematics). Calculation of economic efficiency from the introduction of a telemetric system on the example of crop production.

Calculation of economic efficiency from the introduction of telemetry systems.

Literature/ available resources for students

1. Bernard Marr & Matt Ward. (2019). *Artificial Intelligence in Practice*.
2. Golubev I.G., Mishurov N.P., Goltiapin V.Ia., Apatenko A.S., Sevriugina N.S. (2020). *Telemetry and monitoring systems for agricultural machinery: analyt. overview*. SPb: FSBNU "Rosinformagrotech", p. 76.
3. Anis, Koubaa. (2019). *Robot Operating System - The Complete Reference*. (Volume 4).
4. Rashka, Sebastian, Mirjalili, Wahid. (2019). *Python and Machine Learning*.

Further resources for teachers

1. GLONASS monitoring of agricultural machinery. Retrieved from: <http://www.smart.ru/otraslevye-resheniya/> (Date accessed: 03/27/2020)
2. Monitoring of vehicles based on GPS and GLONASS. Retrieved from: <https://eraglss.ru/o-kompanii> (Date accessed: 03/27/2020)
3. Monitoring of agricultural machinery. Retrieved from: <https://moscow.m2msolutions.ru/monitoring-avtoparka/> (Date accessed: 03/27/2020).



62. 5.1 Телеметрические системы

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Тихоновский В.В. (НГАУ), Исенов СС., Сарсикеев Е.Ж. (КАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Рассматривается применение телеметрических систем в сельском хозяйстве.

Обоснование принципов функционирования телеметрических систем. Классификация информационных устройств, применяемых в телеметрии.

Классификация, назначение и принцип работы телеметрических систем применяемых на различных типах машин. (Telematics, AgCommand, AFS Connect, JDLink, Agtronics, «АвтоГРАФ», «ГЛОНАСС Телематика»). Расчет экономической эффективности от внедрения телеметрической системы на примере растениеводства.

Расчет экономической эффективности от внедрения телеметрических систем.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Бернхард Мар и Мэт Уард. (2019). *Искусственный интеллект в практике*.
2. Голубев, И.Г., Мишуков, Н.П., Гольяпин, В.Я., Апатенко, А.С., Севрюгина, Н.С. (2020). *Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: анализ. обзор*. Санкт-Петербург: «Росинформагротех», с. 76.
3. Анис, Коуба. (2019). *Операционная система робота. Полный справочник* (Том 4).
4. Рашка, Себастьян, Мирджалили, Вахид. (2019). *Python и машинное обучение*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. ГЛОНАСС-мониторинг сельхозтехники. Терминал удаленного доступа. Получено из: <http://www.sm-smart.ru/otraslevye-resheniya/> kontrol-selkhoztekhniki (Дата обращения: 27.03.2020)
2. Мониторинг транспорта на базе GPS и ГЛОНАСС. Терминал удаленного доступа. Получено из: <https://eraglnss.ru/o-kompanii> (дата обращения: 27.03.2020)
3. Мониторинг сельхозтехники. Терминал удаленного доступа. Получено из: <https://moscow.m2msolutions.ru/monitoring-avtoparka/> (Дата обращения: 27.03.2020).

63. 5.1 Telemetrics

Form of study/ teaching:	Laboratory work		
Contact hours	2	Individual work (hours)	
Developers	V. Tikhonovsky (NSAU), S. Isenov, Ye. Sarsikeev. (KATU)		

Brief description of the teaching unit

Comparison of TELEMATICS and John Deere systems. The main objective of the TELEMATICS system by Claas company is to increase the productivity of the entire fleet. With the help of GPS / GLONASS satellites, the location of vehicles is determined, and more than 200 different parameters are transmitted to a single server via mobile communication. Analysis of the operation diagram of the telemetry system TELEMATICS. JDLink telematics system by John Deere company allows you to monitor the operation of machines directly from the office, as well as from any place with Internet access or through a mobile phone. It is subdivided into JDLink Select, JDLink Ultimate and JDLink Harvest Modules depending on the feature set. The information on vehicle location is provided on a color Google map.

Literature / resources available for students

1. Bernard Marr and Matt Ward. (2019). *Artificial Intelligence in Practice*.
2. Golubev, I.G., Mishurov, N.P., Goltiapin V.Ia., Apatenko A.S., Sevriugina N.S. (2020). *Telemetry and monitoring systems for agricultural machinery: analyt. overview*. SPb: FSBNU "Rosinformagrotech", p. 76.
3. Anis, Koubaa. (2019). *Robot Operating System - The Complete Reference*. (Volume 4).
4. Rashka, Sebastian, Mirjalili, Wahid. (2019). *Python and Machine Learning*.

Further resources for teachers

1. *GLONASS monitoring of agricultural machinery*. Retrieved from: <http://www.sm-smart.ru/otraslevye-resheniya/kontrol-selkhoztekhniki> (Date accessed: 03/27/2020)
2. *Monitoring of vehicles based on GPS and GLONASS*. Retrieved from: <https://eraglnss.ru/o-kompanii> (Date accessed: 03/27/2020)
3. *Monitoring of agricultural machinery*. Retrieved from: <https://moscow.m2msolutions.ru/monitoring-avtoparka/> (Date accessed: 03/27/2020).



64. 5.1 Телеметрические системы

Форма обучения/ преподавания:	Лабораторная работа		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	
Разработчики	Тихоновский В.В. (НГАУ), Исенов С.С., Сарсикеев Е.Ж. (КАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Сравнение систем TELEMATICS и John Deere. Основная задача системы TELEMATICS фирмы «Claas» заключается в том, чтобы повысить производительность всего парка техники. При помощи спутников GPS/ГЛОНАСС определяется местоположение машин, а по мобильной связи к единому серверу передаются более 200 различных параметров. Разбор схемы функционирования телеметрической системы TELEMATICS.

Телеметрическая система JDLink фирмы «John Deere» позволяет отслеживать работу машин непосредственно из офиса, а также из любого места с доступом в Интернет или с мобильного телефона. В зависимости от набора функций подразделяется на JDLink Select, JDLink Ultimate и JDLink Harvest Modules. Информация о местоположении машин предоставляется на цветной карте Google.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Бернард Мар и Мэт Уард. (2019). *Искусственный интеллект в практике*.
2. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Гольпяпин В.Я., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. (2020). *Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: анализ. обзор*. Санкт-петербург: ФГБНУ «Росинформагротех», с. 76.
3. Анис, Коуба. (2019). *Операционная система робота. Полный справочник*. (Том 4).
4. Рашка Себастьян, Мирджалили Вахид. (2019). *Python и машинное обучение*.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. *ГЛОНАСС-мониторинг сельхозтехники*. Получено из: <http://www.sm-smart.ru/otraslevye-resheniya/> (Дата обращения: 27.03.2020)
2. *Мониторинг транспорта на базе GPS и ГЛОНАСС*. Получено из: <https://eraglnss.ru/o-kompanii> (Дата обращения: 27.03.2020)
3. *Мониторинг сельхозтехники*. Получено из: <https://moscow.m2msolutions.ru/monitoring-avtoparka/> (Дата обращения: 27.03.2020).

5.2 Internet of things

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization		
Contact hours	1	Individual work (hours)	1
Developers	A. Serikbaev (KazNARU), Issenov S. (KATU)		

Brief description of the teaching unit

Final devices are controllers, sensors and actuators. The role of the final devices in the architecture of the Internet of Things. Examples and applications of sensors and actuators in agricultural production (smart farm, smart greenhouse, smart field). Connecting sensors and actuators to microcontrollers. The study of the Arduino line of microprocessors. The overview of the Raspberry Pi line of microcomputers. Calculation of the economic efficiency from the implementation of the Internet of Things technology using the example of indoor vegetable growing.

Examples of practical application of the Internet of Things in agriculture:

- **Livestock tracking:** using RFID tags to identify animals, to prevent animals from leaving the permitted geofence, to track animal health in real time, to monitor overall movement of the herd and control their grazing route;
- **Control of the process of sorting, storage and processing of agricultural raw materials:** control of the local climate in storage facilities, control of the carbon dioxide content in rooms and containers, control of temperature and humidity in storage facilities, accounting for the number of raw materials, automatic sorting and separation of low-quality raw materials;
- **Control of the car park of an agricultural enterprise:** accounting of the working time of the harvester, tractors and other types of vehicles, considering fuels and lubricants. Control of the position of combines in the field, compliance with the working schedule, control of fuel and other liquids of agricultural machinery;
- **Smart greenhouses:** control of temperature, plant illumination, local control of the level of moisture and soil mineralization.

Literature/ available resources for students

1. Dubkov, I.S. et al., (2017). *Solution of practical problems on the basis of the Internet of Things technology*. Novosibirsk: NSTU, p. 80. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/118206>
2. *Internet of Things. Research and scope*. (2015). Moscow: SRC INFRA-M, p. 200 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=526946>

Further resources for teachers

1. Muromtsev, D.I., Shmatkov, V.N. (2018). *Internet of Things: an introduction to programming on Arduino*. St. Petersburg: ITMO University, p. 36.



65. 5.2 Интернет вещей

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация		
Контактные часы	1	Индивидуальная работа (часы)	1
Разработчики	Серикбаев А.У. (КазНАИУ), Исенов С.С. (КАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Конечные устройства - контроллеры, датчики, актуаторы. Роль конечных устройств в архитектуре "Интернета Вещей". Примеры и применения датчиков и актуаторов в сельскохозяйственном производстве (умная ферма, умная теплица, умное поле). Подключение датчиков и актуаторов к микроконтроллерам. Ознакомление с линейкой микропроцессоров Arduino. Ознакомление с линейкой микрокомпьютеров Raspberry Pi. Расчет экономической эффективности от внедрения технологии интернета вещей на примере овощеводства в закрытом грунте.

Примеры практического применения интернета вещей в сельском хозяйстве:

- **Отслеживание скота:** использование RFID меток для идентификации животных, предупреждение выхода животных из разрешенной геозоны, отслеживание здоровья животных в режиме реального времени, общий мониторинг движения стада и контроль их маршрута выпаса;
- **Контроль процесса сортировки, хранения и переработки сельскохозяйственного сырья:** управление локальным климатом в хранилищах, контроль содержания углекислого газа в помещениях и емкостях, управление температурой и влажностью в хранилищах, учет количества сырья, автоматическая сортировка и отделение некачественного сырья;
- **Контроль автопарка сельскохозяйственного предприятия:** учет отработанного времени комбайна, тракторов и других видов автотранспорта, учет ГСМ, контроль положения комбайнов на поле, контроль соблюдения рабочего графика, контроль расхода топлива и других жидкостей сельскохозяйственной техники;
- **Умные теплицы:** управление температурным режимом, контроль освещенности растений, локальный контроль уровня увлажненности и минерализации почв.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Дубков, И.С. (2017). *Решение практических задач на базе технологии интернета вещей*. Новосибирск, НГТУ, с. 80. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/118206/>
2. *Интернет вещей. Исследования и область применения*. (2015). Москва: НИЦ ИНФРА-М, с. 200. Получено из: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=526946>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Муромцев, Д.И., Шматков, В.Н. (2018). *Интернет Вещей: Введение в программирование на Arduino*. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, с. 36.

66. 5.3 Robotics

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization. Solving of experimental tasks		
Contact hours	2	Individual work (hours)	2
Developers	A.Didenko (NSAU), Ye. Sarsikeev, S. Issenov (KATU)		

Brief description of the teaching unit

The unit explores application of industrial robots in agriculture (robotic milking installations, a feed pusher to the feed table, a robot manure collector, a robot for collecting eggs when keeping poultry on the floor). It substantiates the principles of the robotic system operation. Classification of information devices used in robotics. Sensors of external and internal information. Machine vision systems, their structure and hardware. The structure and composition of a microprocessor system for information processing. Typical circuits and methods of programming microprocessors. Safety devices and safety measures when working with industrial robots. The procedure for starting and preparing the robot for work. Alignment of sensors and robot drives.

Calculation of economic efficiency from the introduction of robotization on the example of a technological line for milking cows.

Literature/ available resources for students

1. Kuryshkin, N.P. (2012). *Fundamentals of robotics: a tutorial*. Kemerovo: Lan ELS. p. 168. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/6605>
2. Keldyshev, D.A. (2018). *Robotics in engineering and physical projects: a tutorial*. Glazov: Lan ELS, p. 84. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/115081>
3. Tolmachev, S.G. (2017). *Fundamentals of artificial intelligence: a tutorial*. St. Petersburg: Lan ELS. p. 132. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/121872>

Further resources for teachers

1. Stankevich, L.A. et al. (2012). *Artificial intelligence and artificial intelligence in robotics: textbook*. SPb.: Polytechnic University Publishing house, p. 167.
2. Dubkov, I.S. (2017). *Solution of practical problems based on the technology of the Internet of things: a tutorial*. Novosibirsk: NSTU, Lan ELS, p. 80, Lan ELS, <https://e.lanbook.com/book/118206>
3. Anis, Koubaa. (2019). *Robot Operating System - The Complete Reference*. (Volume 4).
4. Rashka Sebastian, Mirjalili Wahid. (2019). *Python and Machine Learning*.



67. 5.3 Робототехника

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация. Решение экспериментальных задач		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	2
Разработчики	Диденко А.А. (НГАУ), Сарсикеев Е.Ж., Исенов С.С. (КАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Рассматривается применение промышленных роботов в сельском хозяйстве (роботизированные установки для доения, подталкиватель корма к кормовому столу, робот навозоуборщик, робот сборщик яиц при напольном содержании птицы).

Обоснование принципов функционирования робототехнической системы. Классификация информационных устройств, применяемых в робототехнике. Датчики внешней и внутренней информации. Системы машинного зрения их структура и аппаратные средства. Структура и состав микропроцессорной системы для обработки информации. Типовые схемы и способы программирования микропроцессоров. Предохранительные устройства и техника безопасности при работе с промышленными роботами. Процедура запуска и подготовки робота к работе. Юстировка и датчиков, и приводов робота.

Расчет экономической эффективности от внедрения роботизации на примере технологической линии доения коров.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Курышкин, Н.П. (2012). *Основы робототехники: учебное пособие*. Кемерово: Лань ЭБС, с. 168. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/6605>
2. Кельдышев, Д.А. (2018). *Робототехника в инженерных и физических проектах: учебное пособие*. Глазов: Лань ЭБС, с. 84. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/115081>
3. Толмачёв, С.Г. (2017). *Основы искусственного интеллекта: учебное пособие*. Санкт-Петербург: Лань ЭБС, с. 132. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/121872>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Станкевич, Л.А. (2012). *Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике: учеб. пособие*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, с. 167.
2. Дубков, И.С. (2017). *Решение практических задач на базе технологии интернета вещей: учебное пособие*. Новосибирск: НГТУ, Лань ЭБС, с. 80. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/118206>
3. Анис, Коуба. (2019). *Операционная система робота. Полный справочник*. (Том 4).
4. Рашка, Себастьян, Мирджалили, Вахид. (2019). *Python и машинное обучение*.

68. 5.4 Artificial Intelligence

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization. Solving of experimental tasks		
Contact hours	2	Individual work (hours)	1
Developers	A. Didenko (NSAU), A.Serikbaev (KazNARU)		

Brief description of the teaching unit

The main areas of application of artificial intelligence in the field of agriculture are considered. Methods for solving problems of image recognition based on the use of neural networks are given. Classification of neural networks (by the type of training, setting the weights, input information). Architectures and types of neural networks. Neuron activation function (threshold, linear, sigmoidal, hyperbolic tangent). Neural network teaching methods. An introduction to keras and its basic principles. Image classification using convolutional neural networks in keras. Sequence classification using lstm neural networks. Neural networks based on tensorflow library.

Substantiation of economic efficiency from the use of artificial intelligence on the example of crop production.

Literature/ available resources for students

1. *Artificial neural networks and applications: textbook*. Manual. (2018). Kazan: Kazan Publishing House. University, p. 121.
2. Tolmachev, S.G. (2017). *Fundamentals of artificial intelligence: a tutorial*. St. Petersburg: Lan ELS, p. 132. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/121872>
3. Rashka, Sebastian, Mirjalili, Wahid. (2019). *Python and Machine Learning*.
4. Stankevich, L.A. (2012). *Artificial intelligence and artificial intelligence in robotics: textbook*. SPb.: Publishing house of Polytechnic University, p. 167.

Further resources for teachers

1. <https://keras.io/api/>,
2. <https://keras.io/>,
3. <https://www.tensorflow.org/tfx/guide/keras>,
4. <https://playground.tensorflow.org/>



69. 5.4 Искусственный интеллект

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация. Решение экспериментальных задач		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	1
Разработчики	Диденко А.А. (НГАУ), Серикбаев А.У. (КазНАИУ)		

Краткое описание учебной единицы

Рассматриваются основные направления применения искусственного интеллекта в области сельского хозяйства. Приводятся способы решения задач распознавания изображений на основе применения нейронных сетей. Классификация нейронных сетей (по характеру обучения, по типу настройки весов, по типу входной информации). Архитектуры и типы нейронных сетей. Функция активации нейрона (пороговая, линейная, сигмоидальная, гиперболический тангенс). Способы обучения нейронной сети. Введение в keras и его основные принципы. Классификация изображений с использованием сверточных нейронных сетей в keras. Классификация последовательностей с использованием lstm нейронных сетей. Нейронные сети на основе библиотеки tensorflow. Обоснование экономической эффективности от применения искусственного интеллекта на примере растениеводства.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. *Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие.* (2018). Казань: Изд-во Казан. ун-та, с. 121.
2. Толмачёв С. Г. (2017). *Основы искусственного интеллекта: учебное пособие.* Санкт-Петербург, с. 132. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/121872>
3. Рашка Себастьян, Мирджалили Вахид. (2019). *Python и машинное обучение.*
4. Станкевич, Л.А. (2012). *Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике: учеб. пособие.* СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, с. 167.

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. <https://keras.io/api/>,
2. <https://keras.io/>,
3. <https://www.tensorflow.org/tfx/guide/keras>,
4. <https://playground.tensorflow.org/>

70. 5.5 Autonomous controlled agricultural machinery

Form of study/ teaching:	Lecture-visualization. Solving of experimental tasks		
Contact hours	2	Individual work (hours)	1
Developers	V.Tikhonovsky (NSAU), B. Kaliyev (ABKRU), G. Kokieva (ASAU), S. Stepanova (ASAU)		

Brief description of the teaching unit

The study of the basic concepts, definitions, terminology, and automation schemes, the basic principles of building automatic control systems, and analytical methods. Description of properties of elements and systems of automatic control. The study of methods of analysis and synthesis of automatic control systems. Development of the skills of drawing up functional and structural diagrams of automation systems for agricultural control objects and develop schematic diagrams of automatic control systems.

Literature/ available resources for students

1. Arkhipov, M.V. (2020). *Industrial robots: control of manipulative robots: a textbook for universities*. Moscow: Lurait Publishing House, p. 170. Retrieved from: <https://www.urait.ru/bcode/446646>
2. Zhmud, V.A. (2020). *Theory of automatic control. Closed systems: textbook for universities*. Moscow: Lurait Publishing House, Lurait ELS, p. 234. Retrieved from: <https://urait.ru/bcode/453946>
3. Serebriakov, A.S. (2018). *Automation: textbook and practical work for the academic undergraduate studies*. Moscow: Lurait Publishing House, Lurait ELS, p, 431 p. Retrieved from: <https://urait.ru/bcode/413360>
4. *Control systems for technological processes and information technology: a textbook for academic undergraduate studies*. (2018). Moscow: Lurait Publishing House, Lurait ELS, p. 136. Retrieved from: <https://urait.ru/bcode/415984>

Further resources for teachers

1. Struzhkin, N.P. (2018). *Databases: design. Workshop: a textbook for secondary vocational education*. Moscow: Lurait Publishing House, Lurait ELS, p. 291. Retrieved from: <https://urait.ru/bcode/424316>



71. 5.5 Автономно-управляемая сельскохозяйственная техника

Форма обучения/ преподавания:	Лекция-визуализация. Решение экспериментальных задач		
Контактные часы	2	Индивидуальная работа (часы)	1
Разработчики	Тихоновский В.В. (НГАУ), Калиев Б.К., (АБКРУ), Кокиева Г.Е. (АГАТУ), Степанова С.В. (АГАТУ)		

Краткое описание учебной единицы

Ознакомление с основными понятиями, определениями, терминологией, и схемами автоматизации, основными принципами построения систем автоматического управления, и аналитическими методами; описания свойств элементов и систем автоматического управления; изучение методов анализа и синтеза систем автоматического управления; выработка умения составлять функциональные и структурные схемы систем автоматизации сельскохозяйственных объектов управления и разрабатывать принципиальные схемы систем автоматического управления.

Литература/доступные ресурсы для студентов

1. Архипов, М.В. (2020). *Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебное пособие для вузов*. Москва: Издательство Юрайт, с. 170. Получено из: <https://www.urait.ru/bcode/446646>
2. Жмудь, В.А. (2020). *Теория автоматического управления. Замкнутые системы: учебное пособие для вузов*. Москва: Издательство Юрайт, с. 234. Получено из: <https://urait.ru/bcode/453946>
3. Серебряков, А.С. (2018). *Автоматика: учебник и практикум для академического бакалавриата*. Москва: Издательство Юрайт, с. 431. Получено из: <https://urait.ru/bcode/413360>
4. *Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для академического бакалавриата*. (2018). Москва: Издательство Юрайт, с. 136. Получено из: <https://urait.ru/bcode/415984>

Дополнительные ресурсы для преподавателей

1. Стружкин, Н.П. (2018). *Базы данных: проектирование. Практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования*. Москва: Издательство Юрайт, с. 291. Получено из: <https://urait.ru/bcode/424316>



Literature – overall list

1. Galanakis, Charis M. (2018). *Sustainable food systems from agriculture to industry. Improving production and processing*. London: Academic Press an imprint of Elsevier. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1566711>
2. Farooq, M., Pisante, M. (2019). *Innovations in Sustainable Agriculture*. Springer International Publishing.
3. Marta-Costa, A.A., Soares, Da S., Emiliana, L.D.G. (2013). *Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems. Application in the European Context*. Dordrecht: Springer. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-5003-6>
4. Korsunova, T.M. (2019). *Sustainable Agriculture*. St. Petersburg: Lan, p. 132. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/113920>
5. Truflyak, E.V. (2019). *Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture following the results of 2018*. Krasnodar, p. 100.
6. *Promoting sustainable agriculture and rural development — Rome*. (1996). FAO.
7. Ramdinthara, I.Z., Shanthi, P.B. (2020). *Issues and Challenges in Smart Farming for Sustainable Agriculture. Modern Techniques for Agricultural Disease Management and Crop Yield Prediction*. New York: IGI Global, Bd. 47. (Advances in Environmental Engineering and Green Technologies), pp. 1–22.
8. Altieri, M., Nicholls, C., Montalba, R. (2017). Technological Approaches to Sustainable Agriculture at a Crossroads: An Agroecological Perspective. *Sustainability*, No. 9 (3), p. 349. DOI: 10.3390/su9030349
9. Sarker, Md.N.I., Wu, M.A., Monirul, M.G., Islam, Md.S. (2019). Role of climate smart agriculture in promoting sustainable agriculture: a systematic literature review. *IJARGE*, No. 15 (4), p. 323. DOI: 10.1504/IJARGE.2019.104199.
10. Zhang, Qin. (2016). *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
11. Oliver, M.A. (2010). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>
12. *Digitalisation Agricultural Complex and the Russian*. (2018). Ministry of Agriculture of the Russian Federation.
13. Truflyak, E.V. (2019). *Precision farming*. St. Petersburg: Lan, p. 376. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/122186>
14. Fedorenko, V.F. (2017). *Smart systems in agriculture*. Moscow: Rosinformagroteh Publ., p. 159 p. <https://lib.rucont.ru/efd/653956> .
15. Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). *Satellite Farming. An Information and Technology Based Agriculture*. Springer International Publishing. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>
16. Noack, P.O. (2019). *Precision Farming – Smart Farming – Digital Farming. Grundlagen und Anwendungsfelder*. Berlin, Offenbach: Wichmann.
17. Tom, M.M. (1997). *Machine Learning*.
18. Rachel Schutt & Cathy O'Neil. (2013). *Doing Data Science*. Straight Talk from the
19. Bernard Marr и Matt Ward. (2019). *Artificial Intelligence in Practice*.
20. Lesmeister, C. (2017). *Mastering Machine Learning with R, 2nd Edition*.
21. Kalichkin, V.K. (2018). *Agronomic geoinformation systems*. Novosibirsk, p. 347.
22. Yenina, E. (2015). *Scientific support of agro-industrial complex management*. Moscow: Academic project, p. 368.



23. *Workshop on precision farming*. St. Petersburg: Lan, p. 224. Retrieved from:
<https://e.lanbook.com/book/65047>
24. Kiriushin, V.I. (2015). *Agrotechnology*. St. Petersburg: Lan, p. 464. Retrieved from:
<https://e.lanbook.com/book/64331>
25. Murtazaeva, R.N. (2018). *Innovative development of the agro-industrial complex*. Volgograd: SAU, p. 164. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/112341>
26. Trufliak, E.V. (2016). *Mapping yield*. Krasnodar: KubSAU, p. 13.
27. Trufliak, E.V. (2017). *Precision farming technical support. Laboratory workshop*. St. Petersburg: Lan, p. 172. Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/92956>
28. Kuryshkin, N.P. (2012). *Fundamentals of robotics*, Kemerovo, p. 168. Retrieved from:
<https://e.lanbook.com/book/66050>
29. Keldyshev, D.A. (2018). *Robotics in engineering and physical projects*, p. 84. Retrieved from:
<https://e.lanbook.com/book/115081>
30. Tolmachev, S.G. (2017). *Fundamentals of artificial intelligence*. St. Petersburg, p. 132.
Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/121872>
31. Dubkov, I.S. (2017). *Practical tasks on the basis of internet of things*. Novosibirsk, p. 80.
Retrieved from: <https://e.lanbook.com/book/118206>
32. Anis, Koubaa. (2019). *Robot Operating System - The Complete Reference*. (Volume 4).
33. Rashka, S., Mirdzhilili, V. (2019). *Python and machine learning*.



Литература - общий список

1. Галанакис, К.М. (2018). *Устойчивые продовольственные системы от сельского хозяйства до промышленности. Совершенствование производства и переработки*. Лондон. Получено из: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1566711>.
2. Фарук, М., Пизанте, М. (2019). *Инновации в устойчивом сельском хозяйстве*. 1-е изд. Springer International Publishing.
3. Марта-Коста, А.А., Соарес, С., Эмилиана, Л.Д.Г. (2013). *Методы и процедуры для создания устойчивых систем земледелия. Применение в европейском контексте*. Получено из: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-5003-6>
4. Корсунова, Т.М., Имескенова, Э.Г. (2019). *Устойчивое сельское хозяйство [Электронный ресурс]: учебное пособие*. Санкт-Петербург: Лань, с. 132. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/113920>
5. Кирюшин, В.И. (2015). *Агротехнологии: учебник*. Санкт-Петербург: Лань, с. 464. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/64331>
6. Труфляк, Е.В. (2019). *Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.* Краснодар: КубГАУ, с. 100.
7. *Содействие устойчивому развитию сельского хозяйства и сельских районов - Рим*. (1996). ФАО.
8. Рамдинтхара, И.З., Шанти, Р.Б. (2020). *Вопросы и проблемы умного земледелия для устойчивого сельского хозяйства. Современные методы борьбы с сельскохозяйственными болезнями и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур*. New York: IGI Global, Bd. 47 (Advances in Environmental Engineering and Green Technologies), с. 1-22.
9. Алтиери, М., Николлс, К., Монтальба, Р. (2017). Технологические подходы к устойчивому сельскому хозяйству на перепутье: Агроэкологическая перспектива. *Устойчивое развитие*, № 9 (3), с. 349. DOI: 10.3390/su9030349.
10. Саркер, Н.И., Ву, М., Алам, Г.М., Ислам, С. (2019). Роль климатически умного сельского хозяйства в продвижении устойчивого сельского хозяйства: систематический обзор литературы. *IJARG*, № 15 (4), с. 323. DOI: 10.1504/IJARGE.2019.104199.
11. *Программа по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы «Агробизнес – 2020»*. (2013). Постановление Правительства РК от 18.02.2013 г.
12. *Программа развития агропромышленного комплекса Российской Федерации*. (2018). Министерство сельского хозяйства.
13. Чжан, Цинь. (2016). *Технология точного земледелия для возделывания сельскохозяйственных культур*. Бока-Ратон, Лондон, Нью-Йорк: CRC Press Taylor & Francis Group.
14. Ахмад, Л., Махди, С.С. (2018). *Спутниковое земледелие. Сельское хозяйство на основе информации и технологий*. Получено из: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1>.
15. Оливер, М.А. (2010). *Геостатистические приложения для точного земледелия*. Springer Sci-ence+Business Media B.V. Получено из: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>.
16. *Цифровизация АПК и Россия*. (2018). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.
17. Труфляк, Е.В. (2019). *Точное земледелие. учеб. пособие*. СПб.: Лань, с. 376. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/122186>



18. Федоренко, В.Ф. (2017). *Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве: науч. анализ. обзор*. СПб.: ФГБНУ «Росинформагротех», с. 159. Получено из: <https://lib.rucont.ru/efd/653956>
19. Ноак, Патрик Оле (2019). *Точное земледелие - Умное земледелие - Цифровое земледелие. Основы и области применения*. Берлин, Оффенбах: Вихманн.
20. *Концепция внедрения системы точного земледелия в РК*. (2017).
21. *Рекомендации по использованию космических технологии для ведения системы точного земледелия в РК*. (2018).
22. Том, М. Митчелл. (1997). *Машинное обучение*.
23. Рейчел, Шутт и Кэти, О'Нил. (2013). *Наука о данных*.
24. Бернанд, Марр и Мэтт, Уорд. (2019). *Искусственный интеллект на практике*.
25. Лесмейстер, К. (2017). *Освоение машинного обучения с помощью языка R, 2-е издание*.
26. Каличкин, В.К. (2018). *Агрономические геоинформационные системы: монография*. СФНЦА РАН, с. 347.
27. Енина, Е. (2016). *Научное обеспечение управления агропромышленным комплексом. Практикум по точному земледелию*. Санкт-Петербург: Лань, с. 224 Получено из: <https://e.lanbook.com/book/65047>
28. Кирюшин, В.И. (2015). *Агротехнологии: учебник*. Санкт-Петербург: Лань, с. 464. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/64331>
29. Муртазаева, Р.Н. (2018). *Инновационное развитие агропромышленного комплекса: учебное пособие*. Волгоград: Волгоградский ГАУ, с. 164. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/112341>
30. Труфляк, Е.В. (2016). *Картирование урожайности*. Краснодар: КубГАУ, с. 13.
31. Труфляк, Е.В. (2017). *Техническое обеспечение точного земледелия. Лабораторный практикум*. Лань, с. 172. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/92956>
32. Бровко, Е.А., Ефимов С.А., Козлова Л.М. (2007). *Анализ современного состояния работ в области топографического мониторинга на основе ДЗЗ. Отечественный и зарубежный опыт*. ЦНИИГАиК, с. 128.
33. Кронберг, П. *Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии*. http://geoknigi.com/book_view.php?id=833
34. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. <http://window.edu.ru/>
35. Bernard, Marr и Matt, Ward. (2019). *Artificial Intelligence in Practice*.
36. Курышкин, Н.П. (2012). *Основы робототехники: учебное пособие*. КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, с. 168. Лань ЭБС. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/66050>
37. Кельдышев, Д.А. (2018). *Робототехника в инженерных и физических проектах: учебное пособие*. Глазов: ГГПИ им. Короленко, с. 84. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/115081>
38. Толмачёв, С.Г. (2017). *Основы искусственного интеллекта: учебное пособие*. Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, с. 132. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/121872>
39. Дубков, И.С. (2017). *Решение практических задач на базе технологии интернета вещей: учебное пособие*. Новосибирск: НГТУ, с. 80. Получено из: <https://e.lanbook.com/book/118206>
40. Анис, Коубаа. (2019). *Операционная система робота - полный справочник*. (Том 4).
41. Рашка, Себастьян, Мирджалили, Вахид. (2019). *Python и машинное обучение*.
42. *Arduino IDE, Python, ROS, RVIZ, Gazebo, TensorFlow*
43. *Panorama AGRO, ArcGIS, SELEX*
44. *ГИС «Панорама АГРО»*. <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm?yclid=1583119978754739191>
45. *Инженерный центр ГЕОМИР*. Получено из: <http://www.geomir.ru>



Contributions | В разработке участвовали

- | | |
|---|---|
| P1 (HfWU) Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen | <ul style="list-style-type: none">- Heinrich Schuele, Dean of Agricultural Economics Studies, Professor for Agricultural Management, Scientific Project Lead- Anna Borsuk, SAGRIS project manager;- Markus Frank, Dr.Prof. for Plant Protection- Johannes Munz, PhD-Student |
| P2 (WULS) Warsaw University of Life Sciences | <ul style="list-style-type: none">- Axel Schwerk, Head of Department of Landscape Art; |
| P3 (CULS) Czech University of Life Sciences Prague | <ul style="list-style-type: none">- Michal Lostak, Dr. Professor, Head of Department of Humanities First Vice-rector; |
| P6 (SSAU) Stavropol State Agrarian University | <ul style="list-style-type: none">- Olga Vlasova, Dr. Assoc. Prof., Head of the Chair of arable farming, horticulture, selection and seed breeding;- Timur Aisanov, Cand. of Agricultural Sc., Assoc. Prof. at the Chair of production and processing of food products from plant materials;- Evgenii Golosnoi, Cand. Of Agricultural Sc., Assoc. Professor, Head of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology |
| P7 (NSAU) Novosibirsk State Agrarian University | <ul style="list-style-type: none">- Liubov Schmidt, Head of Department of International Projects- Vitalii Tikhonovsky, Cand of Tech. Sc., Assoc. Prof. at the Chair of Machine and Tractor Fleet Operation- Alexander Didenko, Cand of Tech. Sc., Assoc. Prof.- Alexey Petrov, Researcher;- Sergei Shchukin, Cand.of Engineering Sc., Associ. Prof., |
| P8 (BSAA) Buryat State Academy of Agriculture | <ul style="list-style-type: none">- Oyuna Tsybicova, Candidate of Agricultural Sc., Assoc.Prof. at the Chair of Plant Growing, Meadow Growing and Horticulture- Olga Altaeva, Candidate of Agricultural Sc., Assoc.Prof. at the Chair of General Agriculture |
| P9 (ASAU) Arctic State Agrotechnological University | <ul style="list-style-type: none">- Galiia Kokieva, Doctor of Technical Sci., Professor, Dean of Engineering Faculty- Sardana Stepanova, Leading engineer of the Energy Resources in the AIC Department |
| P10 (KATU) S.Seifullin Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan | <ul style="list-style-type: none">- Sayakhat Nukeshev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of Technical Faculty- Sultanbek Issenov, Dean of the Energy Faculty |



- Kairat Yeskhozhin, Professor at the Chair of Agricultural techniques and technology
 - Yermek Sarsikeev, Head of the Department of Electrical Equipment Operation
- P11 (KazNAU) Kazakh National Agrarian University
- Kuanysh Zholamanov, Cand. Agri. Sc., Professor at the Chair of Land resources and cadastre
 - Abdukarim Serikbayev, Dr. of Physical and Mathematical Sci., Head of "IT and automation"
 - Gaukhar Seidaliyeva, Assoc. Prof. at the Chair of IT and Automation
 -
- P12 (WKATU) Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University
- Marat Ongayev, Cand. of Engineering Sc., Assoc. prof., Director of Agro Technological Institute;
 - Aliya Kushenbekova, PhD, Senior Lecturer
- P13 (ABKSU) A. Baitursynov Kostanay State University
- Asiya Ansabaeva, PhD, Scientific Secretary of the University;
 - Beibit Kaliyev, MSc of Technical Sci., Senior lecturer at the Chair of Mechanical Engineering Department
 - Oleg Benyukh, Candidate of Technical Sc, Professor of the Department of machines, tractors and automobiles