

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ВЕСТНИК:
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК**



ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК

Редакционный совет:	К сведению авторов
Главный научный редактор: к.т.н., доцент, Новопашин Леонид Алексеевич; Ведущий научный редактор: к.т.н., Садов Артем Александрович. Редколлегия: • д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай); • д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ -Зорин В.А. (г. Москва); • д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург); • д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск); • д.т.н., доцент - Баженов Е.Е. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург) • д.т.н., профессор – Тихонов С.Л. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург); • д.т.н., профессор – Кольга А.Д. (г. Екатеринбург). • д.э.н., профессор – Набоков В.И. (г. Екатеринбург). • д.э.н., доцент – Рушицкая О.А. (г. Екатеринбург). • д.э.н., доцент – Чупина И.П. главный научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством (г. Екатеринбург). Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО Уральский ГАУ Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42 Телефоны: Гл. редактор 8-922-222-7095; Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31; E-mail для материалов: artemsadov@ya.ru (с пометкой статья в журнал МНТВ) Тематические разделы журнала: • Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса; • Экономика АПК.	К сведению авторов 1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.). 2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так: — Рубрика; — УДК; — Код ВАК — заголовок статьи (на русском языке); — Ф. И. О.(на русском языке); — Место работы (на русском языке); — *E-mail; — расширенная аннотация — 150–250 слов (на русском языке); — ключевые слова (на русском языке); — заголовок статьи (на английском языке); — Ф. И. О. (на английском языке); — Место работы (на английском языке); — *E-mail; — расширенная аннотация — 150–250 слов (на английском языке); — ключевые слова (на английском языке); — собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Введение», «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы и рекомендации»); — список литературы, использованных источников (на русском языке); — список литературы, использованных источников (на английском языке). 3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации вставляются в текст публикации. 4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. 5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России. 6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей. 7. Авторы представляют статью в электронном виде — 1 экземпляр, Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

1. **.М. Попов, В.А. Буторин, Р.Т. Гусейнов, В.Н. Левинский, В.А. Афонькина** Возможность применения инфракрасной сушки деталей погружных насосов4
2. **Г.А. Иовлев, И.И. Голдина** Корреляционный анализ взаимосвязи показателей, характеризующих работу уборочно-транспортных комплексов14
3. **А.П. Татарчук, А.С. Гусев** Проблематика получения пространственных данных с помощью беспилотных летательных аппаратов.....23
4. **К.М. Потетня, А.А. Садов** Анализ применения культиваторов в современных условиях.....29
5. **О.В. Бердюгина, С.В. Кондаков** Определение алгоритма кинематического анализа и расчет характеристик движения реечных домкратов.....33
6. **И.Д. Закирьянова, Т.Б. Попова** Макроструктура и эксплуатационные свойства керамзитового гравия, используемого для загородного и сельского строительства40

Экономика АПК

7. **С. В. Великоречина, М. А. Хомякова** Налоговый контроль в АПК51
8. **М. А. Хомякова** Зависимость экономики и экологизации общества58

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ ДЕТАЛЕЙ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ

В.М. Попов¹, В.А. Буторин¹, Р.Т. Гусейнов¹, В.Н. Левинский^{1*}, В.А. Афонькина¹

¹ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, Россия, Троицк

* E-mail: lv_74rus@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос эксплуатационного обслуживания погружных насосов, одним из этапов которого является подготовка конструктива (очистка, сушка). Рассмотрен вопрос о существующих способах сушки различных деталей, как правило это конвекционный, конвекционно-контактный, конвекционный в комбинации с центрифугированием. В работе предложено применение инфракрасного как перспективного на сегодняшний день способа эффективного воздействия с целью испарения воды с поверхности конструктивных элементов. Однако для применения такого способа необходимо решить следующие задачи: во-первых, согласовать систему геометрических параметров «излучатель-приемник»; во-вторых, с учетом выбранной системы выбрать генератор инфракрасного излучения; в-третьих, с учетом оптических свойств генератора ИК-излучения или генераторов (если предполагается использования несколько источников излучения), произвести поиск оптимального размещения его в корпусе сушильной установки, которое должно учитывать равномерность распределения энергии при облучении объекта. Опираясь на известные законы теплового излучения, в статье предложены пути решения поставленных задач, а именно за систему геометрических параметров принять модель лучистого теплообмена двух цилиндров, один из которых большего диаметра (корпус сушилки) полностью охватывает меньший (погружной насос). В качестве генератора инфракрасного излучения предложено применить гибкий пленочный электронагреватель с размещением его на внутреннюю стенку цилиндра большего диаметра.

Ключевые слова: погружной насос, элементы конструкции, сушка, инфракрасный, пленочный электронагреватель

THE POSSIBILITY OF USING INFRARED DRYING OF SUBMERSIBLE PUMP PARTS

V.M. Popov¹, V.A. Butorin¹, R.T. Huseynov¹, V.N. Levinsky^{1*}, V.A. Afonkina¹

¹ South Ural State University, Russian Federation, Troitsk.

* E-mail: lv_74rus@mail.ru

Abstract. The article deals with the issue of operational maintenance of submersible pumps, one of the stages of which is the preparation of the structure (cleaning, drying). The question of existing methods of drying various parts is considered, as a rule it is convection, convection-contact, convection in combination with

centrifugation. The paper proposes the use of infrared as a promising method of effective action for the purpose of evaporation of water from the surface of structural elements. However, in order to use this method, the following tasks must be solved: firstly, to coordinate the system of geometric parameters "emitter-receiver"; secondly, taking into account the selected system, select an infrared radiation generator; thirdly, taking into account the optical properties of an IR radiation generator or generators (if several radiation sources are supposed to be used), to search for the optimal placement of it in the body of the drying unit, which should take into account the uniformity of energy distribution during irradiation of the object. Based on the well-known laws of thermal radiation, the article suggests ways to solve the tasks set, namely, to take a model of radiant heat exchange of two cylinders as a system of geometric parameters, one of which has a larger diameter (dryer body) completely covers a smaller one (submersible pump). As an infrared radiation generator, use a flexible film electric heater with its placement on the inner wall of a cylinder with a larger diameter.

Keywords: submersible pump, structural elements, drying, infrared, film electric heater

Постановка проблемы (Introduction)

В сельскохозяйственном водоснабжении применяется широкий ряд водонасосных установок, как поверхностного типа, так и погружного. Наибольшее распространение получили насосы погружного типа. На первом рисунке представлен один из представителей погружных насосов, погружной вибрационный насос [1-3].



1 – питающий кабель; 2 – корпус насоса; 3 – уплотнение; 4 – болтовое соединение; 5 – корпус электрической части насоса

Рисунок 1 – Погружной вибрационный насос

Как показала, практика эксплуатации различных погружных насосов их ресурс не соответствует паспортным данным. Поэтому они чаще подвержены ремонту, чем насосы поверхностного типа. В связи с этим они проходят диагностику, разборку, ревизию и дефектацию деталей погружных насосов [4-6].

При диагностике, ревизии и ремонтных мероприятиях погружных насосов особое внимание следует уделять подготовке конструктива. К этому относится: чистка конструкции от налета (ржавчина, известняк) – это можно сделать механической обработкой (щеткой, тряпкой), либо струей высокого давления; освобождение от шлангов или их остатков; высушивание [7,8].

Высушиванию можно подвергать как: неразборную единицу, частично разобранную, полностью разборную. Так для погружных вибрационных насосов можно производить сушку поршня, клапана и других частей. Внешний вид поршня и клапана представлены на втором рисунке. По высушенному поршню и клапану можно весовым способом определить их износ и пригодность для дальнейшей эксплуатации.



Рисунок 2 – Внешний вид поршня и клапана

Методология и методы исследования (Methods)

Сушку можно осуществлять естественным способом, например в сухом помещении на специально отведённых полках, либо с применением искусственных способов. На ремонтных предприятиях используют оба варианта, самым простым вариантом искусственной сушки может служить промышленный фен. Однако его применение не всегда оправдано, так как локальный нагрев с высокой температурой, при котором для полной сушки необходимо прогревать участок за участком. Как итог процесс получается трудозатратным, а слесарь должен обладать определенным навыком, чтобы не повредить вследствие высокой температуры, к примеру изоляцию обмоток, или место пайки концов кабеля для подключения к обмоткам, соответственно слесарь не может оставить данный процесс без присмотра, его участие в нем обязательно.

На рынке существует оборудование для сушки деталей, к примеру ООО «Полипласт» (г. Псков), предлагает несколько вариантов установок: камеры сушильные (обдув теплым/горячим воздухом); столы сушильные (контактный нагрев с обдувом теплым/горячим воздухом); центрифуги (центробежная сила с обдувом теплым/горячим воздухом) [9].

На наш взгляд перспективным способом сушки для насосов или деталей насоса является инфракрасный. В сравнении с конвективным способом или контактным применение ИК-сушки позволит интенсифицировать процесс испарения влаги за счет подвода к объекту обезвоживания значительных удельных потоков тепловой энергии [10-12].

Первостепенной задачей при использовании способа ИК-сушки является согласование геометрических параметров системы «излучатель-приемник» [10-15]. Второй задачей, с учетом выбранной системы, является выбор генератора ИК-излучения [16,17]. Третьей задачей, с учетом оптических свойств генератора ИК-излучения или генераторов (если предполагается использования несколько источников излучения), является поиск оптимального размещения его в корпусе сушилки, которое должно учитывать равномерность распределения энергии при облучении объекта [18].

По закону Стефана-Больцмана излучение элементарной площадки поверхности тела в окружающее пространство графически имеет вид, представленный на рисунке 3 [10,11,19].

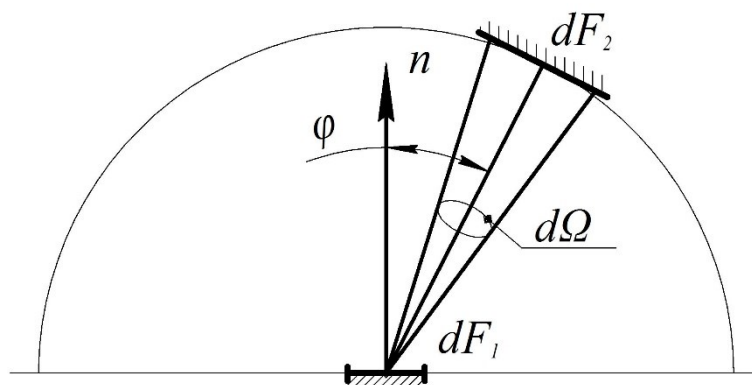


Рисунок 3 – Схема направленного излучения.

Аналитическая зависимость излучения той же элементарной площадки dF в определенном направлении φ , известная под названием закона Ламберта, имеет вид:

$$dq_{\varphi} = dq_n d\Omega \cos \varphi dF = \frac{1}{\pi} C \left(\frac{T}{100} \right)^4 dF d\Omega \cos \varphi \quad (1)$$

где dq_{φ} - излучение по нормали, в π раз меньше излучения в полусфере;

$d\Omega$ - элементарный телесный угол;

φ – угол между направлением излучения и нормалью к излучающей площадке.

Ввиду вышеизложенных законов излучения, между отдельными телами возможно получить расчетные формулы их лучистого теплообмена.

Так аналитическая зависимость лучистого теплообмена между двумя телами с бесконечно большими плоскопараллельными поверхностями, имеющими температуры T_1 и T_2 (в °К) и коэффициенты лучеиспускания C_1 и C_2 , имеет следующий вид:

$$q_0 = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_s}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \text{ [ккал/м}^2\text{*ч]} \quad (2)$$

Выражение $\frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_s}} = C_{np}$ носит название приведенного коэффициента лучеиспускания.

Так как $C_1 = \varepsilon_1 C_s$ и $C_2 = \varepsilon_2 C_s$, то

$$C_{np} = \frac{C_s}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \text{ или } C_{np} = \varepsilon_{np} C_s.$$

В продолжении зависимости (2), лучистый теплообмен для двух концентрических бесконечно длинных цилиндров, имеющих поверхности теплообмена F_1 и F_2 , при этом один цилиндр охватывает другой и F_1 обладает меньшей поверхностью, имеет следующий вид [10,11]:

$$q = \frac{C_s F_1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]; \quad (3)$$

где C_s – коэффициент лучеиспускания для черного тела; F_1 – площадь внутреннего цилиндра; F_2 – площадь внешнего цилиндра; ε_1 – степень черноты внутреннего цилиндра; ε_2 – степень черноты внешнего цилиндра; T_1 – температура поверхности внутреннего цилиндра; T_2 – температура поверхности внешнего цилиндра.

Эта формула может быть применена в случае лучистого теплообмена двух тел, когда одно тело охватывает другое, причем F_1 всегда должно быть меньшей поверхностью [10,11].

Погружной насос представляется геометрической формы цилиндра. Предположим, что насос для сушки будет загружаться в установку цилиндрической формы на стенках которого будет размещен гибкий ИК-излучатель, в этом случае выражение (3) будет иметь решение для расчета мощности ИК-излучателя, а также для расчета габаритных параметров сушильной установки.

В качестве гибкого ИК-излучателя может быть использован пленочный электронагреватель, так как на сегодняшний день – это единственный генератор инфракрасного излучения, для которого существует возможность изменения геометрической формы [16-20].

Дальнейшие исследования будут направлены на решение системы уравнений для расчета рациональных параметров установки для сушки погружных насосов, разработки конструкторской документации, изготовлении опытного образца, проведения исследования с оценкой эффективности процесса.

Библиографический список:

1. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т., Дак В.А. Применение по назначению погружных вибрационных насосов на предприятиях агропромышленного комплекса // Актуальные вопросы естественных, экономических, гуманитарных наук и энергетики в АПК: теория и практика : Материалы Национальной (Всероссийской) научной конференции Института агроинженерии. Челябинск. 2023. С. 175-181.
2. Буторин В.А., Дак В.А., Гусейнов Р.Т., Царев И.Б. Основные неисправности вибрационных насосов // Достижения науки - агропромышленному производству: реализация социально-гуманитарных и инженерно-технических задач : Материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии. Челябинск. 2023. С. 280-285.
3. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т., Царев И.Б. Моделирование влияния примесей песка в скважинной воде на ресурс упорного подшипника погружного электродвигателя // АПК России. 2023. Т.30, №2. С.214-217
4. Буторин В.А., Саплин Л.А., Гусейнов Р.Т., Царев И.Б. Модель надежности ветроэнергетической установки для электроснабжения отдаленных водонасосных агрегатов // АПК России. 2023. Т.30, №2. С. 218-222.
5. Буторин В.А., Дак В.А., Гусейнов Р.Т. Место испытаний электронасосов на надежность в предмете эксплуатации электрооборудования // Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере технического сервиса машин и энергетики: теория и практика : Материалы Национальной (Всероссийской) научной конференции Института агроинженерии. Челябинск. 2022. С. 194-200.
6. Гусейнов, Р. Т. Контроль состояния изоляции обмотки погружного электродвигателя / Р. Т. Гусейнов, И. В. Новик, И. Б. Царев // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов. 2022. С. 37-40.
7. Молчан А.М., Ткачев А.Н., Гусейнов Р.Т., Новик И.В. Выбор контролируемого параметра технического состояния обмотки погружного электродвигателя при контрольных испытаниях // Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения : Сборник трудов VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов. Челябинск. 2022. С. 73-78.
8. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Факторы, влияющие на упорные подшипниковые узлы погружных электродвигателей // Перспективы развития АПК в работах молодых учёных : Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных, Тюмень, 05 февраля 2014 года / Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Том Часть 1. Тюмень. 2014. С. 191-195.
9. Оборудование для сушки деталей - ООО «Полипласт» Режим доступа : <https://www.poliplast.ru/products/oborudovanie-dlya-sushki-detaley/>

10. Левинский В.Н. Обоснование технологии и параметров установки инфракрасной сушки высоковлажного биологического сырья на примере томата // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Южно-Уральский государственный аграрный университет. Челябинск, 2021
11. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. Проблемы проектирования инфракрасных установок для высоковлажного сырья // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. №3(47). С. 84-88.
12. Попов В.М., Захахатнов В.Г., Афонькина В.А., Левинский В.Н. Решение задачи многокритериального выбора инфракрасных сушильных установок // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. №186. С. 41-55.
13. Попов В.М., Афонькина В.А., Зудин Е.С., Левинский В.Н. Согласование оптических свойств и спектральных характеристик системы «излучатель – приемник» для двухстадийной ИК-сушки макаронных изделий // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020. №2(54). С. 106-110.
14. Levinskiy V.N. Spectral analysis of various types of wood as the basis of low-temperature drying technology in vacuum conditions // В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). Les Ulis, 2024. С. 05026.
15. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н., Ветошев Д.А. Исследование зависимости между оптическими свойствами ИК-излучателей и спектральными характеристиками томатов // В сборнике: Актуальные вопросы агроинженерных и сельскохозяйственных наук: теория и практика. Материалы национальной научной конференции Института агроинженерии, Института агроэкологии. 2019. С. 93-98.
16. Левинский В.Н. К вопросу выбора пленочных электронагревателей как элемента конструкции сушильных установок // В сборнике: Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере энергетики агропромышленного комплекса: теория и практика. Материалы национальной научной конференции Института агроинженерии. Под редакцией С.А. Гриценко. 2020. С. 93-99.
17. Levinskiy V.N. Comparative experiment on the use of a film electric heater for drying wood in vacuum conditions // В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). Les Ulis, 2024. С. 05025.
18. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н., Майоров В.И. Определение энергоэффективности машины цилиндрического типа для инфракрасной сушки высоковлажного

биологического сырья в сравнении с аналогом // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2018. №2(46). С. 131-139.

19. Popov V., Afonkina V., Levinskii V., Zudin E., Krivosheeva E. Designing the infrared drying machines of cylindrical type with an active reflector // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012008.

20. Попов В.М., Епишков Е.Н., Афонькина В.А., Захахатнов В.Г., Левинский В.Н. Теоретическое обоснование зависимости, описывающей распределение температуры внутри изделия в процессе сушки макаронных изделий с помощью плёночных электронагревателей // Вестник НГИЭИ. 2021. №2(117). С. 51-61.

References:

1. Butorin V.A., Huseynov R.T., Dak V.A. The intended use of submersible vibration pumps at enterprises of the agro-industrial complex // Actual issues of natural, economic, humanitarian sciences and energy in agriculture: theory and practice : Materials of the National (All-Russian) Scientific Conference of the Institute of Agroengineering. Chelyabinsk. 2023. pp. 175-181.

2. Butorin V.A., Dak V.A., Huseynov R.T., Tsarev I.B. The main malfunctions of vibration pumps // Achievements of science in agro-industrial production: implementation of socio-humanitarian and engineering tasks : Materials of the International Scientific and Practical Conference of the Institute of Agroengineering. Chelyabinsk. 2023. pp. 280-285.

3. Butorin V.A., Huseynov R.T., Tsarev I.B. Modeling the effect of sand impurities in borehole water on the resource of a thrust bearing of a submersible electric motor // APK of Russia. 2023. Vol.30, No.2. pp.214-217

4. Butorin V.A., Saplin L.A., Huseynov R.T., Tsarev I.B. Reliability model of a wind power plant for power supply of remote water pumping units // APK of Russia. 2023. Vol.30, No. 2. pp. 218-222.

5. Butorin V.A., Dak V.A., Huseynov R.T. The place of testing of electric pumps for reliability in the subject of operation of electrical equipment // Current issues of agroengineering sciences in the field of technical service of machinery and energy: theory and practice : Materials of the National (All-Russian) Scientific Conference of the Institute of Agroengineering. Chelyabinsk. 2022. pp. 194-200.

6. Huseynov, R. T. Control of the insulation state of the winding of a submersible electric motor / R. T. Huseynov, I. V. Novik, I. B. Tsarev // Actual problems of agro-industrial complex energy : Materials of the XIII National Scientific and practical conference with international participation, Saratov. 2022. pp. 37-40.

7. Molchan A.M., Tkachev A.N., Huseynov R.T., Novik I.V. The choice of a controlled parameter of the technical condition of the winding of a submersible electric motor during control tests // Modern technology and technologies in electric power and transport: tasks, problems, solutions : Proceedings of the VI All-Russian

(national) scientific and practical conference of scientific, research and teaching staff, graduate students and students. Chelyabinsk. 2022. pp. 73-78.

8. Butorin V.A., Huseynov R.T. Factors affecting thrust bearing assemblies of submersible electric motors // Prospects for the development of agriculture in the works of young scientists : A collection of materials from the regional scientific and practical conference of young scientists, Tyumen, February 05, 2014 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation State Agrarian University of the Northern Urals. Volume Part 1. Tyumen. 2014. pp. 191-195.

9. Equipment for drying parts - Polyplast LLC Access mode : <https://www.poliplast.ru/products/oborudovanie-dlya-sushki-detaley/>

10. Levinsky V.N. Substantiation of the technology and parameters of the installation of infrared drying of high-moisture biological raw materials on the example of tomato // abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / South Ural State Agrarian University. Chelyabinsk, 2021

11. Popov V.M., Afonkina V.A., Levinsky V.N. Problems of designing infrared installations for high-moisture raw materials // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2018. No.3(47). pp. 84-88.

12. Popov V.M., Zakhakhatnov V.G., Afonkina V.A., Levinsky V.N. Solving the problem of multi-criteria selection of infrared drying plants // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2023. No.186. pp. 41-55.

13. Popov V.M., Afonkina V.A., Zudin E.S., Levinsky V.N. Coordination of optical properties and spectral characteristics of the emitter–receiver system for two-stage IR drying of pasta // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2020. No.2(54). pp. 106-110.

14. Levinsky V.N. Spectral analysis of various types of wood as the basis of low-temperature drying technology in vacuum conditions // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). Les Ulis, 2024. p. 05026.

15. Popov V.M., Afonkina V.A., Levinsky V.N., Vetoshev D.A. Investigation of the relationship between the optical properties of IR emitters and the spectral characteristics of tomatoes // In the collection: Topical issues of agroengineering and agricultural sciences: theory and practice. Materials of the national scientific conference of the Institute of Agroengineering, Institute of Agroecology. 2019. pp. 93-98.

16. Levinsky V.N. On the issue of choosing film electric heaters as a design element of drying plants // In the collection: Topical issues of agroengineering sciences in the field of energy of the agro-industrial complex: theory and practice. Materials of the national scientific conference of the Institute of Agricultural Engineering. Edited by S.A. Gritsenko. 2020. pp. 93-99.

17. Levinsky V.N. Comparative experiment on the use of a film electric heater for drying wood in vacuum conditions // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference

«Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). Les Ulis, 2024. p. 05025.

18. Popov V.M., Afonkina V.A., Levinsky V.N., Mayorov V.I. Determination of the energy efficiency of a cylindrical type machine for infrared drying of high-moisture biological raw materials in comparison with an analog // Izvestiya higher educational institutions. The Volga region. Technical sciences. 2018. No.2(46). pp. 131-139.

19. Popov V., Afonkina V., Levinskii V., Zudin E., Krivosheeva E. Designing the infrared drying machines of cylindrical type with an active reflector // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. p. 012008.

20. Popov V.M., Epishkov E.N., Afonkina V.A., Zakhakhatnov V.G., Levinsky V.N. Theoretical substantiation of the dependence describing the temperature distribution inside the product during the drying of pasta using film electric heaters // Bulletin of the NGIEI. 2021. No.2(117). pp. 51-61.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ РАБОТУ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Г.А. Иовлев^{1*}, И.И. Голдина¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, г. Екатеринбург

*** E-mail: gri-iovlev@yandex.ru**

Аннотация: Исследования авторов, проводимые по оптимизации состава уборочно - транспортных комплексов (УТК), позволили накопить базу данных, характеризующих различные этапы технологических процессов сельскохозяйственного производства. Использование корреляционного анализа, с применением коэффициентов корреляции, позволило проверить достоверность результатов исследований. Коэффициент оценивает силу связи и направление этой связи между двумя переменными, «х» — это время заполнения бункера (время заполнения кузова транспортного средства), «у» - урожайность сельскохозяйственной культуры. Данная связь будет отрицательной, т.к. увеличение времени набора бункера (времени заполнения кузова), при всех равных технико-экономических показателях, характеризующих комбайны и транспортные средства, будет говорить о снижении урожайности. Расчёты коэффициента корреляции произведены на примере обработки результатов исследования, проведённого в сентябре 2020 года на уборке зерновых культур в одной из сельхозорганизаций Свердловской области. Полученный результат подтвердил правильность того, что два показателя – время набора бункера и урожайность сельскохозяйственной культуры находятся в тесной зависимости друг от друга.

Ключевые слова: коэффициент корреляции, корреляционный анализ, уборочно-транспортный комплекс (УТК), уборочный отряд, зерноуборочный комбайн.

CORRELATION ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF INDICATORS CHARACTERIZING THE WORK OF HARVESTING AND TRANSPORT COMPLEXES

G.A. Iovlev^{1*}, I.I. Goldina¹

¹Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg.

*** E-mail: gri-iovlev@yandex.ru**

Abstract. The authors' research carried out to optimize the composition of harvesting and transport complexes (HTCs) made it possible to accumulate a database characterizing the various stages of technological processes in agricultural production. The use of correlation analysis, using correlation coefficients, made it possible to verify the reliability of the research results. The coefficient evaluates the strength of the relationship and the direction of this relationship between two variables, “x” is the time to fill the bunker (the time it takes to

fill the vehicle body), “y” is the crop yield. This relationship will be negative, because an increase in the time of filling the bunker (time of filling the body), with all technical and economic indicators characterizing combines and vehicles being equal, will indicate a decrease in yield. Calculations of the correlation coefficient were made using the example of processing the results of a study conducted in September 2020 during the harvesting of grain crops in one of the agricultural organizations of the Sverdlovsk region. The obtained result confirmed the correctness of the fact that two indicators - the time of filling the bunker and the crop yield - are closely dependent on each other.

Keywords: correlation coefficient, correlation analysis, harvesting and transport complex (UTC), harvesting squad, grain harvester.

Постановка проблемы (Introduction)

Для эффективного ведения сельскохозяйственного производства, для эффективной работы уборочно-транспортных комплексов необходимо оптимизировать составы УТК, т.е. под определённое количество зерноуборочных комбайнов, в соответствии с текущей урожайностью, с расстоянием от поля до склада, определить и подобрать соответствующее количество транспортных средств. Для этого проводятся различные исследования, в результате формируется банк различных данных, характеризующих различные этапы технологических процессов сельскохозяйственного производства. От обработки результатов, от их достоверности, от объёма информации, её значимости, от правильности использования методов математической статистики зависит правильность выводов и рекомендаций по использованию результатов исследования.

Корреляционный анализ, позволяющий с использованием коэффициентов корреляции определить, существует ли зависимость и взаимосвязь между переменными и насколько она сильна. Для этого используют различные коэффициенты корреляции: Спирмена, Кендалла, Гудмена-Краскела, Пирсона. Полученные коэффициенты проверяют на достоверность или значимость, для этого существуют «критические» коэффициенты корреляции, которые зависят от объёма информации и её значимости [1,2].

Методология и методы исследования (Methods)

При обработке и анализе статистических данных, полученных во время «полевых» исследований, проводимых в сельскохозяйственных организациях по оптимизации состава уборочно-транспортных комплексов (УТК), используется теория вероятностей, методы математической статистики. Для оценки работы УТК были собраны и проанализированы следующие данные: время заполнения бункера зерноуборочного комбайна; время заполнения кузова транспортного средства зелёной массой; время ожидания комбайнами транспортных средств для выгрузки бункера, для загрузки транспортного средства; время ожидания загрузки транспортными средствами; время транспортного цикла.

С помощью методов математической статистики можно обработать результаты исследований по связи времени заполнения бункера зерноуборочного комбайна и урожайности зерновых культур; по связи

времени заполнения кузова транспортного средства зелёной массой и урожайности кукурузы на силос, многолетних и однолетних трав на сенаж.

Данную связь можно оценить через коэффициент корреляции. Данный коэффициент оценивает силу связи и направление этой связи между двумя переменными, в нашем случае «х» - это время заполнения бункера (время заполнения кузова транспортного средства), «у» - урожайность сельскохозяйственной культуры. Данная связь будет отрицательной, т.к. увеличение времени набора бункера (времени заполнения кузова), при всех равных технико-экономических показателях, характеризующих комбайны и транспортные средства, будет говорить о снижении урожайности.

При обработке результатов необходимо учесть следующее: значение коэффициента корреляции может находиться в следующем диапазоне: «-1 - +1» - связь между переменными «сильная», значение «0» будет говорить о отсутствии кокой-либо связи между переменными.

Для определения коэффициента корреляции используют метод Пирсона, выраженный следующей зависимостью:

$$r = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

где, х и у – значения переменных;

$\bar{x}$ и $\bar{y}$ – средние значения переменных;

$\sum_i^n$ – сумма всех значений.

Расчёт коэффициента корреляции произведём на примере обработки результатов исследования, проведённого в сентябре 2020 года на уборке зерновых культур в одной из сельхозорганизаций Свердловской области [3,4,5].

Исходные статистические данные представлены в табл. 1.

На основании расчётов математического ожидания, получены следующие значения времени заполнения бункера.

I уборочный отряд: TUCANO 450 – 22,68 мин.; MEGA 370 – 20,74 мин. II уборочный отряд: TUCANO 450 – 19,24 мин.

$$\begin{aligned} \text{МО} &= 51,4 \times 0,08 + 48,8 \times 0,11 + 46,3 \times 0,11 + 44,1 \times 0,15 + 42 \times 0,05 + 40,2 \times 0,11 \\ &+ 38,5 \times 0,05 + 35,6 \times 0,08 + 34,3 \times 0,05 + 33 \times 0,04 + 31,9 \times 0,04 + 30,8 \times 0,08 + 27 \times 0,05 \\ &= 4,11 + 5,37 + 5,09 + 6,61 + 2,1 + 4,42 + 1,92 + 2,85 + 1,71 + 1,32 + 1,28 + 2,46 + 1,35 = 40,6 \text{ ц/га} \end{aligned}$$

Статистические данные обработаны с помощью онлайн калькулятора <https://medstatistic.ru/calculators/calccorrelation.html?ysclid=ltk1zmtxvl626748597>

В результате обработки данных получены следующие результаты и выводы:

- коэффициент корреляции Пирсона (r) = -0,985;

- средняя ошибка аппроксимации (характеризует адекватность регрессионной модели) составляет 2.6%;

- результаты корреляции Пирсона показали, что между «х» и «у» существует отрицательная, весьма высокая сила связи;

- линейную зависимость, представленную на рис. 1 можно выразить через следующее выражение:
 $y = 77,45 - 1,565x$.

Таблица 1. Время заполнения бункера зерноуборочных комбайнов, мин.

Уборочный отряд №1						Уборочный отряд №2					
TUCANO 450				MEGA 370		TUCANO 450					
№ замера	Значение	№ замера	Значение	№ замера	Значение	№ замера	Значение	№ замера	Значение	№ замера	Значение
1	20	19	23	1	20	1	22	19	23	37	17
2	20	20	34	2	18	2	22	20	26	38	18
3	19	21	18	3	19	3	15	21	22	39	22
4	27	22	19	4	21	4	14	22	28	40	20
5	20	23	28	5	19	5	13	23	21	41	21
6	21	24	23	6	19	6	21	24	17	42	20
7	22	25	23	7	19	7	20	25	19		
8	21	26	22	8	19	8	19	26	18		
9	19	27	26	9	21	9	28	27	22		
10	21	28	23	10	21	10	14	28	16		
11	18	29	30	11	28	11	16	29	14		
12	19	30	30	12	25	12	22	30	18		
13	26	31	34	13	33	13	20	31	20		
14	29	32	24	14	23	14	18	32	21		
15	27	33	21	15	21	15	23	33	23		
16	21	34	18	16	21	16	14	34	13		
17	20	35	26	17	19	17	17	35	33		
18	24	36	30			18	20	36	19		

Данные для расчёта коэффициента корреляции, характеризующие работу зерноуборочного комбайна TUCANO 450 I уборочного отряда представим в табл. 2.

Таблица 2. Параметры, характеризующие работу зерноуборочного комбайна.

№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га
1	20	46,3	13	26	35,6	25	23	40,2
2	20	46,3	14	29	31,9	26	22	42,0
3	19	48,8	15	27	34,3	27	26	35,6
4	27	34,3	16	21	44,1	28	23	40,2
5	20	46,3	17	20	46,3	29	30	30,8
6	21	44,1	18	24	38,5	30	30	30,8
7	22	42,0	19	23	40,2	31	34	27,0
8	21	44,1	20	34	27,0	32	24	38,5
9	19	48,8	21	18	51,4	33	21	44,1
10	21	44,1	22	19	48,8	34	18	51,4
11	18	51,4	23	28	33,0	35	26	35,6
12	19	48,8	24	23	40,2	36	30	30,8

Среднее значение урожайности определим через математическое ожидание случайной величины:

Для демонстрации взаимосвязи между двумя переменными: временем набора бункера «х» и урожайностью «у», через нанесённые точки в осях координат, представим рис. 1.

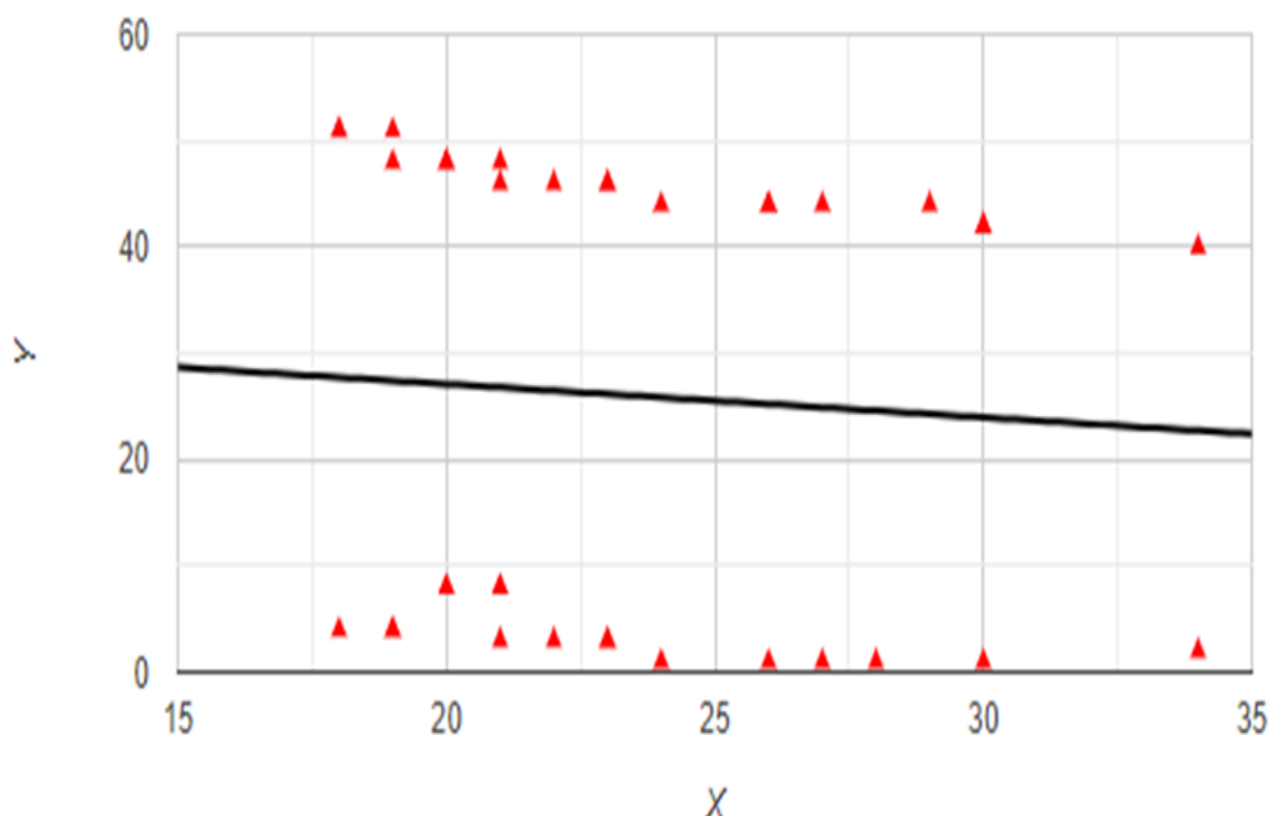


Рисунок 1. Взаимосвязь между двумя переменными.

Данные для расчёта коэффициента корреляции, характеризующие работу зерноуборочного комбайна MEGA 370 I уборочного отряда представим в табл. 3.

Таблица 3. Параметры, характеризующие работу зерноуборочного комбайна MEGA 370.

№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га
1	20	45,7	7	19	48,2	13	33	27,6
2	18	50,8	8	19	48,2	14	23	39,7
3	19	48,2	9	21	43,6	15	21	43,6
4	21	43,6	10	21	43,6	16	21	43,6
5	19	48,2	11	28	32,6	17	19	48,2
6	19	48,2	12	25	36,6			

В результате обработки данных получены следующие результаты и выводы:

- коэффициент корреляции Пирсона (r) = -0.985;
- средняя ошибка аппроксимации составляет 2.3%;

- результаты корреляции Пирсона показали, что между «х» и «у» существует отрицательная, весьма высокая сила связи;

- линейную зависимость между временем набора бункера комбайна можно выразить через следующее выражение: $y = 77,6 - 1,582x$.

Данные для расчёта коэффициента корреляции, характеризующие работу зерноуборочного комбайна TUCANO 450 II уборочного отряда представим в табл. 4.

Таблица 4. Параметры, характеризующие работу зерноуборочного комбайна.

№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га	№ замера	Время заполнения бункера, мин.	Урожайность, ц/га
1	22	42,0	15	23	40,2	29	14	66,2
2	22	42,0	16	14	66,2	30	18	51,4
3	15	61,9	17	17	54,5	31	20	46,3
4	14	66,2	18	20	46,3	32	21	44,1
5	13	71,6	19	23	40,2	33	23	40,2
6	21	44,1	20	26	35,6	34	13	71,6
7	20	46,3	21	22	42,0	35	33	27,9
8	19	48,8	22	28	33,0	36	19	48,8
9	28	33,0	23	21	44,1	37	17	54,5
10	14	66,2	24	17	54,5	38	18	51,4
11	16	57,7	25	19	48,8	39	22	42,0
12	22	42,0	26	18	51,4	40	20	46,3
13	20	46,3	27	22	42,0	41	21	44,1
14	18	51,4	28	16	57,7	42	20	46,3

В результате обработки данных получены следующие результаты и выводы:

- коэффициент корреляции Пирсона (r) = -0.958;

- средняя ошибка аппроксимации составляет 5%;

- результаты корреляции Пирсона показали, что между «х» и «у» существует отрицательная, весьма высокая сила связи;

- линейную зависимость, представленную на рис. 2 можно выразить через следующее выражение: $y = 95,555 - 2,358x$.

Взаимосвязь между двумя переменными представим на рис. 2.

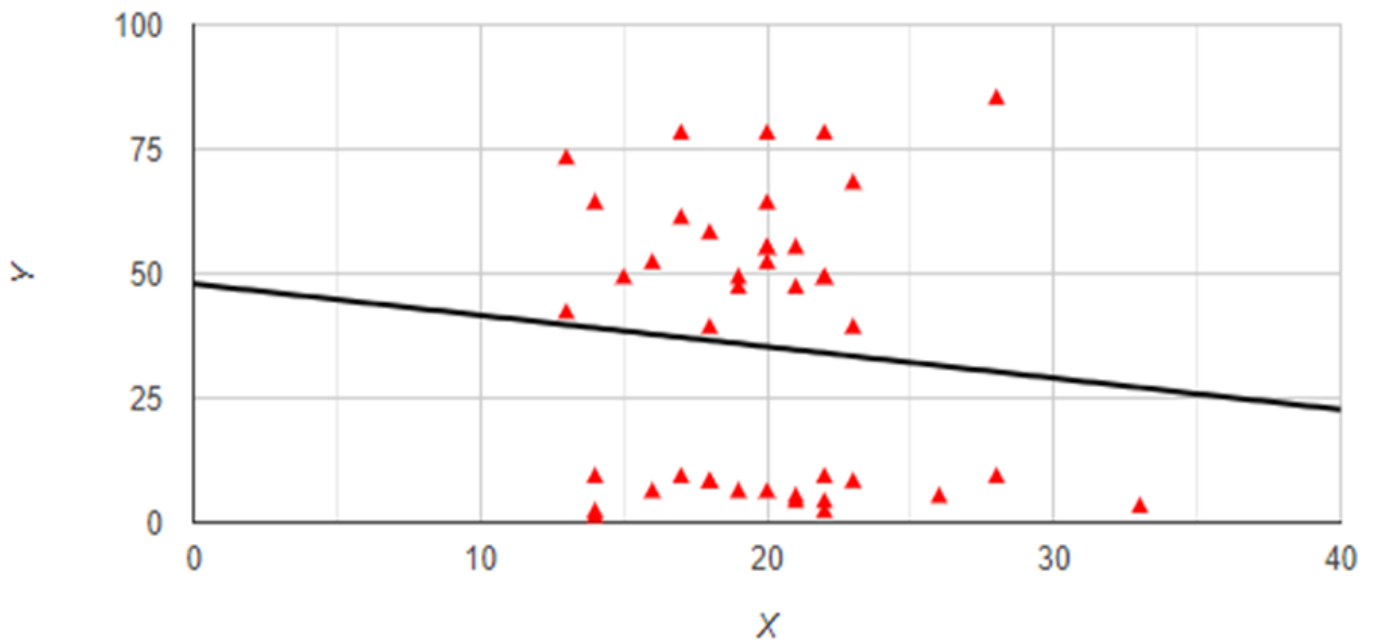


Рисунок 2. Взаимосвязь между двумя переменными для зерноуборочного комбайна TUCANO 450 II уборочного отряда.

Необходимо отметить, что метод Пирсона для определения коэффициента корреляции используют при нормальном распределении данных и отсутствии «выбросов» данных. В результате расчётов коэффициентов корреляции по методу Пирсона выявлено, что для комбайнов TUCANO 450, MEGA 370, между параметрами «х» (время набора бункера) и «у» (искомая урожайность) существует отрицательная, весьма высокая сила связи.

В случае, когда статистические данные не соответствуют выше представленным условиям, для определения коэффициентов корреляции целесообразнее использовать метод Спирмена [1]. Для этого используется формула:

$$r = 1 - \frac{6 \sum_1^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2)$$

где, d_i – разность между рангами i -го наблюдения в первой выборке и показателем i -го наблюдения второй выборки;

n – число наблюдений.

Для расчётов коэффициентов корреляции используем программу Excel. Для примера и сравнения результатов представим расчёты для определения коэффициента корреляции данных по зерноуборочному комбайну TUCANO 450 I-го уборочного отряда:

$$r = 1 - \frac{6 \times 15253,9}{36 \times (1296 - 1)} = 1 - \frac{91523,4}{46620} = 1 - 1,963 = -0,963$$

$$\sum_1^n d_i^2 = (x-y)^2 = 15253,9 \text{ (=СУММ (B5:AK5))}.$$

Расчёты коэффициента корреляции, выполненные по разным методикам, имеют практически равные значения «-0,985» и «-0,963», подтверждают, что при увеличении урожайности сельскохозяйственной культуры, уменьшается время наполнения бункера комбайна и наоборот.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В данном исследовании, при проверке «критических» коэффициентов корреляции на достоверность или значимость, при всех значениях выборки, получилось, что фактические значения больше чем «критические»:

- для TUCANO 450 I-го уборочного отряда, при 36 значениях генеральной совокупности соответственно 0,985 и 0,332;
- для MEGA 370 I-го уборочного отряда, при 17 значениях 0,985 и 0,5;
- для TUCANO 450 II-го уборочного отряда, при 42 значениях 0,958 и 0,305.

В исследовании, полученный коэффициент корреляции по методу Пирсона, проверили по методу Спирмена, результат расчётов подтверждает правильность того, что два показателя – время набора бункера и урожайность сельскохозяйственной культуры находятся в тесной взаимосвязи, зависимости друг от друга и результаты исследований можно рекомендовать для использования в сельскохозяйственном производстве.

Библиографический список:

1. Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие / В.Р. БАРАЗ. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. – 102 с.
2. Корреляционный анализ в статистическом контроле качества: метод. указания [Электронный ресурс] / С.А. Щеголева; Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [37 с.]. – Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. – Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>
3. Иовлев Г.А., Несговоров А.Г., Голдина И.И. Исследование работы и формирование состава уборочно-транспортного комплекса из зерноуборочных комбайнов зарубежного производства// Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. № 4. С. 49-56.
4. Сёмин А.Н., Иовлев Г.А. Исследование эффективности технологического процесса обмолота зерновых культур// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 7. С. 25-27.
5. Иовлев Г.А., Двинина Л.Д., Саакян М.К., Голдина И.И. Обоснование оптимального транспортного обеспечения при уборке кормовых культур// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 11. С. 26-32.

References:

1. Baraz V.R. Correlation and regression analysis of the relationship between commercial activity indicators using the Excel program: textbook / V.R. BARAZ. – Ekaterinburg: State Educational Institution of Higher Professional Education “USTU-UPI”, 2005. – 102 p.
2. Correlation analysis in statistical quality control: method. instructions [Electronic resource] / S.A. Shchegoleva; FEFU Engineering School. - Electron. Dan. – Vladivostok: Dalnevost. federal univ., 2014. – [37 p.]. – Acrobat Reader, Foxit Reader or any other equivalent. – Access mode: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>
3. Iovlev G.A., Nesgovorov A.G., Goldina I.I. Study of the work and formation of the composition of the harvesting and transport complex from grain harvesters of foreign production // Agricultural machines and technologies. 2020. T. 14. No. 4. P. 49-56.
4. Semin A.N., Iovlev G.A. Study of the efficiency of the technological process of threshing grain crops // Economics of agricultural and processing enterprises. 2018. No. 7. pp. 25-27.
5. Iovlev G.A., Dvinina L.D., Sahakyan M.K., Goldina I.I. Justification of optimal transport support when harvesting forage crops // Economics of agricultural and processing enterprises. 2022. No. 11. pp. 26-32.

ПРОБЛЕМАТИКА ПОЛУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.П. Татарчук^{1*}, А.С. Гусев¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, г. Екатеринбург

* E-mail: brassica@inbox.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается проблематика получения пространственных данных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Обсуждаются различные типы конструкций БПЛА, включая самолетный и мультироторный аппараты, а также гибридные модели. Основное внимание уделяется использованию беспилотных самолетов и мультироторных аппаратов для сбора пространственных данных. Обсуждаются преимущества и недостатки каждого типа, их применимость в различных сферах деятельности. Обсуждается принцип работы фотограмметрического метода обработки изображений, его преимущества и недостатки. Также приводится пример использования дрона DJI Phantom 4 RTK с модулем Artec для создания картографических данных и трехмерных моделей объектов. Описываются преимущества и недостатки данной технологии, а также проблемы, связанные с ее внедрением в рабочий процесс геодезической компании. Несмотря на некоторые сложности, дроны обеспечивают высокую производительность, точность и способность работать в сложных условиях.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, аэрофотосъемка, пространственные данные.

THE PROBLEM OF OBTAINING SPATIAL DATA USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

A.P. Tatarchuk^{1*}, A.S.Gusev¹

¹Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg.

* E-mail: brassica@inbox.ru

Abstract: This paper discusses the problems of obtaining spatial data using unmanned aerial vehicles (UAVs). Various types of UAV designs are discussed, including aircraft and multirotor vehicles, as well as hybrid models. The main focus is on the use of unmanned aircraft and multirotor vehicles to collect spatial data. The advantages and disadvantages of each type and their applicability in various fields of activity are discussed. The principle of operation of the photogrammetric image processing method, its advantages and disadvantages are discussed. An example of using the DJI Phantom 4 RTK drone with the Artec module to create cartographic data and three-dimensional models of objects is also provided. The advantages and disadvantages of this technology are described, as well as the problems associated with its implementation in the workflow of a geodetic company.

Despite some difficulties, drones provide high performance, accuracy and the ability to work in difficult conditions.

Keywords: unmanned aerial vehicle, aerial photography, spatial data.

Беспилотники – это летающие роботы, способные самостоятельно принимать решения. Особенно востребованы беспилотные летательные аппараты в профессиональной сфере. Они оснащены вычислительным блоком и контроллером, которые позволяют им автономно функционировать.

Беспилотные летательные аппараты делятся на несколько типов конструкции, включая эстетический и динамический типы. Аэродинамические беспилотники, в свою очередь, подразделяются на самолеты, мультироторные аппараты и гибридные модели.

Рассмотрим более подробно самолетный тип. Это обычные самолеты без пилота, которые включают как пассажирские, так и грузовые аппараты. Беспилотные самолеты этого типа требуют взлетно-посадочную полосу или специальные катапульты, иногда используются другие взлетно-посадочные устройства. Важно отметить, что такие самолеты не могут останавливаться в воздухе, а всегда должны находиться в движении.

Беспилотные мультироторные аппараты имеют свои особенности. В отличие от самолетов, у них отсутствует аэродинамика. Если у самолета выключатся двигатели, он может продолжать планировать, а у мультироторных аппаратов такой возможности нет. Они зависят только от силы винтов и движутся исключительно благодаря этому. Взлетно-посадочная площадка для них не требуется, и они могут оставаться на одном месте или зависать над точкой. Однако они не способны планировать и оперируют исключительно силой своих приводящих в движение винтов [1].

Итак, беспилотные летательные аппараты разных типов обладают своими особенностями. Создание беспилотных систем требует аккуратного планирования и учета всех факторов, чтобы обеспечить их безопасное и эффективное функционирование.

Существует различные типы мультироторных беспилотных летательных аппаратов, в зависимости от количества лучей и расположения пропеллеров. Наиболее распространенным типом является квадрокоптер, который представлен на картинке. Он состоит из четырех вращающихся коптеров, каждый из которых имеет по одному пропеллеру. Квадрокоптеры популярны из-за своей простоты, универсальности и производительности. Они могут далеко лететь и поднимать большие грузы относительно своей массы. Кроме того, они легко ремонтируются и модернизируются. Квадрокоптеры являются наиболее популярным выбором в эксплуатации беспилотных летательных аппаратов из-за своей простоты и эффективности. Однако также существуют и другие типы мультироторных аппаратов, включая гексакоптеры и конвертопланы, которые используются для решения различных задач. Каждый тип имеет свои особенности и применимость. Гексакоптеры более сложные и менее распространенные, чем квадрокоптеры, однако могут быть более производительными. Также стоит отметить, что есть гибридные схемы, где аппарат может лететь как вертикально, так и горизонтально. Каждый тип имеет свои

преимущества и ограничения, и выбор того или иного типа зависит от конкретной задачи, которую нужно решить. Дирижабли также являются одним из типов беспилотных летательных аппаратов. Они могут лететь на большое расстояние и поднимать большие грузы, но при этом слабо-маневренные и требуют большого места для взлета и посадки [2,3].

В последнее время беспилотные летательные аппараты все чаще применяются в различных областях, так как такие устройства обладают рядом полезных характеристик - грузоподъемностью, скоростью полета и маневренностью. В зависимости от ситуации, даже высота полета может быть изменена для достижения требуемых результатов. От определения размеров объектов и расположения, до получения данных о топографии и создания планов - промышленные дроны предоставляют необходимый объем пространственных данных.

Одним из самых эффективных методов получения геопространственных данных является воздушное лазерное сканирование. Благодаря высокой плотности измерений, этот метод позволяет получить информацию даже из густой растительности, что помогает обнаружить визуально скрытые объекты и определить их точные размеры. Принцип работы прост - лазерный сканер излучает импульсы, которые отражаются от поверхности объектов различной плотности и отражаются с разной интенсивностью. Благодаря этому, объекты могут быть точно идентифицированы.

Полученные данные затем преобразуются в цифровую модель рельефа, которая служит основой для создания топографического плана. Одним из основных преимуществ этого метода является быстрый результат - время обработки занимает менее одного часа с момента проведения сканирования. Кроме того, важно отметить возможность получить данные даже в сложных условиях освещения, а также получение точных результатов в независимости от освещения. Однако, следует учитывать и некоторые недостатки, включая высокую стоимость оборудования и сложность обработки данных [4,5].

Еще одним распространенным методом получения пространственных данных является цифровая аэросъемка. Она основана на фотографировании поверхности территории с небольшим перекрытием и получении точных координат снимков. Данные обрабатываются с использованием фотограмметрического метода - поиск общих точек на разных изображениях, из которых создается облако точек, описывающее местность. Этот метод обладает некоторыми преимуществами, такими как высокая производительность, высокая детализация изображений и более низкая стоимость оборудования. Однако, его недостатками являются ограниченность качества данных в зависимости от освещенности, а также более длительное время обработки данных.

Например, элементы зданий и сооружений, растительность и подобное, а также искусственные фотографии, которые являются цифровым и плоским отображением местности или объектов, создаются на основе перекрывающихся фотоснимков. С помощью фотоплана можно провести инвентаризацию различных объектов и создать математическую модель трехмерного объекта или местности с геодезической привязкой [2,3]. Индустриальное решение DJI Phantom 4 RTK является компактной и

точной платформой для картографирования на небольших высотах. В данном дроне интегрирован модуль Artec, благодаря чему пользователи могут рассчитывать на позиционирование в реальном времени с точностью до сантиметра. Резервный GNSS-модуль обеспечивает стабильность полета в районах с низким уровнем сигнала. Дрон оснащен калиброванной 20-мегапиксельной камерой с механическим затвором, который предотвращает смазанность изображения при резких движениях. Технология Time Sync применяется для синхронизации системы с микросекундной точностью. Phantom 4 RTK идеально подходит для картографирования больших территорий, так как может находиться в воздухе до 30 минут и передавать видео и изображения на расстояние до 7 километров без прерываний. DJI Matrice 300 RTK - это универсальный дрон с расширенными возможностями искусственного интеллекта, эффективной системой позиционирования и обнаружения препятствий в 6 направлениях. Он идеально подходит для аэрофотосъемки и лазерного сканирования, а также может нести практически любую полезную нагрузку весом до 2,7 килограмма. Matrice 300 RTK способен находиться в воздухе до 50,5 минут без нагрузки и до 35 минут с нагрузкой в два килограмма, а также передавать данные на расстояние до 15 километров. Предусмотрена горячая замена аккумулятора. Корпус дрона имеет степень защиты IP45, поэтому его можно использовать при температуре воздуха от минус 20 до плюс 50 градусов Цельсия. Он демонстрирует устойчивость при порывах ветра до 15 метров в секунду, что было подтверждено при эксплуатации дрона в условиях скорости ветра до 25 метров в секунду. Еще одной важной особенностью Matrice 300 RTK является время подготовки дрона к запуску, которое занимает около 2 минут. Система представлена модулем контроллера GNSS, подвесом и камерой с точностью в микросекундах, трехосевым стабилизатором и функцией Smart Apple Tether, ускоряющей создание 3D-моделей и повышающей их качество. DJI Zenmuse P1 - это камера, объединяющая в себе полнокадровый датчик с фиксированным фокусом на трехосево стабилизированном подвесе. Она представляет собой решение для фотограмметрических полетов, способное вывести эффективность и точность на новый уровень. Камера Zenmuse P1 особенно рекомендована для аэрофотосъемки огромных площадей и обеспечивает расширенный динамический диапазон, что повышает качество снимков. Полнокадровый высокочувствительный датчик способен делать новые снимки каждые 0,7 секунд, что позволяет отснять около трех квадратных километров за один полет или до 22 квадратных километров за пять минут. Функция System Time Sync хранит точность модуля контроллера, GNSS-модуля, подвеса и камеры с точностью до микросекунд. Головное устройство основано на трехосево стабилизированном подвесе, в котором объединены модуль лазерного сканера и высокоточный L1-лидара с дюймовым обнаружением. Устройство простое в использовании и легко интегрируется с дронами DJI. L1 передает полученные данные на пульт управления в режиме реального времени, что позволяет объективно оценивать ситуацию на месте и быстро принимать обоснованные решения для достижения высокой результативности. Lidar поддерживает до трех отражений и имеет максимальную рабочую высоту полета до 190 метров. С

помощью системы L1 можно получать достоверные данные о рельефе с точностью, соответствующей графическому плану на различных масштабах, до 1:500, в зависимости от высоты полета.

Используя дроны в качестве дополнительной технологии, можно выйти на новый уровень получения пространственных данных. Рассмотрим основные плюсы и минусы таких технологий, а также проблематику их внедрения в рабочий процесс предприятия. GNSS предоставляет множество преимуществ, методики и правила описаны в своде правил, а приборы внесены в средства измерения [3]. Дроны обеспечивают возможность проводить съемки в любую погоду, обеспечивая высокую точность и позволяя снять все за один раз. Таким образом, можно получить около 90-95% информации для топографического плана за один вылет в поле. Однако, низкая скорость и большая трудоемкость работ, а также высокая стоимость и большие затраты являются недостатками данной технологии. Кроме того, существуют некоторые сложности с сертификацией и методологией, а также сложности интеграции дронов в рабочий процесс. Тем не менее, дроны обладают высокой производительностью и способностью работать даже в стесненных условиях, а также позволяют сократить сроки работ и повысить точность. Кроме того, для выполнения задач достаточно одного-двух специалистов. Однако, есть зависимость от погоды и сезона времени суток, а также необходимость постоянного повышения квалификации. Важно сохранять недоверие к новым технологиям из-за нехватки опыта и знаний. Дроны могут быть использованы для выполнения специфических задач, например, съемки линий электропередач, как с помощью аэрофотосъемки, так и лазерного сканирования. Обе технологии предоставляют точные данные, которые могут быть использованы для внесения в топографический план. Для съемки лесных насаждений, как правило, применяется лазерное сканирование, которое позволяет измерить даже толщину стволов деревьев. Обработка полученных данных производится с помощью программного обеспечения, подобранного индивидуально с учетом задачи. Программы, такие как Civil 3D, позволяют наложение топографической съемки на ортофотоплан, что облегчает обследование необходимых зон. Для обработки данных, полученных методом лазерного сканирования, удобно использовать программы типа Тир 1, которые позволяют получить информацию о рельефе местности и деревьях. Беспилотные технологии позволяют сократить затраты, ускорить процесс создания топографических карт и планов работ по инвентаризации и капитальному строительству, а также решать множество других задач.

В итоге, выбор между лазерным сканированием и аэросъемкой зависит от конкретных задач, и условий. Лазерное сканирование обеспечивает точные данные для создания цифровой модели местности, в то время как аэросъемка позволяет получить большую детализацию изображений. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, и определить, какой из них подходит для конкретной задачи, требует комплексного подхода и оценки всех факторов.

Библиографический список:

1. Брагина Е.В., Райская В.В., Лещенко А.П. Развитие технологий автоматизированного дешифрирования материалов космической съемки в интересах решения прикладных задач МЧС России

// В сборнике: Совершенствование тактики действий спасательных воинских формирований (СВФ) МЧС России. Сборник трудов XXXI Международной научно-практической конференции. ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». Химки, 2021. С. 58-67.

2. Гусев А.С., Вашукевич Н.В., Старицына И.А., Беличев А.А., Смирнова А.Д. О некоторых аспектах использования материалов дистанционного зондирования в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. № 3.

3. Митрофанов Е.М. Разработка методики геопространственного анализа деградации лесной растительности по гиперспектральным данным дистанционного зондирования // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Моск. гос. ун-т геодезии и картографии. Москва, 2013.

4. Урасова А.А., Глезман Л.В., Федосеева С.С. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве РФ: оценка региональной популярности потребительских предпочтений // Экономика региона. 2023. Т. 19. № 4. С. 1146-1160.

5. Яичков К.М. Обзор дистанционных методов и их применение для инженерно-геодезических изысканий автомобильных дорог // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО ГИПРОДОРНИИ. 2010. № 1. С. 22-32.

References:

1. Bragina E.V., Raiskaya V.V., Leshchenko A.P. Development of technologies for automated interpretation of satellite imagery materials in the interests of solving applied problems of the Ministry of Emergency Situations of Russia // In the collection: Improving the tactics of action of rescue military formations (SVF) of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Collection of proceedings of the XXXI International Scientific and Practical Conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia." Khimki, 2021. pp. 58-67.

2. Gusev A.S., Vashukevich N.V., Staritsyna I.A., Belichev A.A., Smirnova A.D. On some aspects of the use of remote sensing materials in forecasting crop yields // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. No. 3.

3. Mitrofanov E.M. Development of a methodology for geospatial analysis of forest vegetation degradation using hyperspectral remote sensing data // Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Moscow. state University of Geodesy and Cartography. Moscow 2013.

4. Urasova A.A., Glezman L.V., Fedoseeva S.S. Application of unmanned aerial vehicles in agriculture of the Russian Federation: assessment of regional popularity of consumer preferences // Economics of the region. 2023. Т. 19. No. 4. P. 1146-1160.

5. Yaichkov K.M. Review of remote sensing methods and their application for engineering and geodetic surveys of highways // Current issues in the design of highways. Collection of scientific works of JSC GIPRODORNII. 2010. No. 1. P. 22-32.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛЬТИВАТОРОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

К.М.Потетня^{1*}, А.А.Садов¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

*E-mail: gto992@mail.ru

Аннотация. В настоящее время большое внимание на себя обращает проблема выращивания урожая в условиях эрозии почвы и способах её избежать при применении культиваторов и увеличение производительности труда. Решением данной проблемы может быть способ внутрисочвенного внесения удобрений и применение широкозахватных культиваторов в условиях, когда требуется обработка больших площадей. Озабоченность вызывает нарушение почвенной корки поле применения культиваторов и испарение влаги из почвы с каждым применением.

Ключевые слова: культивация, химические вещества, удобрения.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF CULTIVATORS IN MODERN CONDITIONS

K.M.Potetnyal*, A.A.Sadovl

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: gti992@mail.ru

Annotation. Currently, much attention is paid to the problem of growing crops in conditions of soil erosion and ways to avoid it when using cultivators and increasing labor productivity. A solution to this problem may be the method of intrasoil application of fertilizers and the use of wide-cut cultivators in conditions where cultivation of large areas is required. Concerns are caused by the disturbance of the soil crust when cultivators are used and the evaporation of moisture from the soil with each use.

Keywords: cultivation, chemicals, fertilizers.

Постановка проблемы (Introduction)

Современные условия требуют современных решений, в условиях растущей потребности в сельхоз продукции вследствие роста населения планеты и истощения почв под старыми сельхозугодиями меняются требования к выращиванию сельскохозяйственной продукции по всему миру. С появлением новых агратребований к выращиванию сельхоз продукции изменились требования не только к методам работы машин на поле, но и к самим машинам. Важным требованием в современном мире является проведение работ в сжатые сроки с малыми временными интервалами, работа на поле должна быть сбалансирована и иметь своей целью сохранение почвы и её плодородного слоя при высоких урожаях. Применение современной высоко производительной техники требует затрат на начальных этапах её внедрений в старые хозяйства, по сколько техника высоко производительная то для того чтоб привести её в движение требуются современные энергонасыщенные трактора. При таких вводных условиях в

современном мире будет возможно получать высокие урожаи применяя современные агротехнологии и технику подходящего класса.[2]

В век цифровизации и информатизации крупные хозяйства имеют возможность рассматривать не только свой опыт возделывания сельхозпродукции, но и передовой опыт других хозяйств не только той страны где они работают и проживают но и мировой опыт в целом на примере хорошего применения техники на больших площадях можно рассмотреть опыт применения выращивания сельхозпродукции восточной Европы. Передовой опыт применения высокопроизводительной техники при выполняемых операциях на полях, имеющих сотни гектар и требующих работы в сжатые агросроки, продемонстрировал необходимость применения широкозахватной техники с высокой производительностью работы. Выполнение работ на таких больших площадях в сжатые сроки решается путём проведения работ круглыми сутками, применением машин шириной захвата более 10 метров и применение техники имеющей конструктивную возможность к применению её на высоких скоростях при длительной эксплуатации.

Необходимо учитывать, что применение техники такой ширины сопряжено с трудностями её транспортировки от мест хранения и до мест её применения по дорогам общего пользования. Конструкторы, учитывая необходимость в данном требовании, закладывают в конструкцию техники возможность её компактной транспортировки по средствам складывания её отдельных частей и элементов. Работа широкой техники сопряжена с трудностями при поворотах на поле из-за их габаритов возможность техники складываться позволяет ей сохранять высокую маневренность без снижения производительности.[2]

Результаты (Results)

Применение агрегатов шириной более 10 метров позволит обрабатывать площади до 100 гектаров в день при средней скорости движения агрегата 9-11 км/ч. Применение широкозахватной техники позволит получить производительность на поле выше, чем при применении техники нормальной ширины захвата 4-6метров. Стоит учитывать, что получить высокие результаты при применении широкозахватной техники возможно при условии её применения под подходящую культуру на подготовленном поле. Стоит учитывать что применение широкозахватной техники требует применения энергонасыщенных тракторов классов тяги 5 и выше. По сколько широкозахватные агрегаты имеют большой удельный вес такая конструкция требует большого применения гидра цилиндров и опорных колёс с низким давлением на почву для её сохранения. Стоит учитывать возможность применения техники на почвах различной влажности по тому как влажность почвы имеет большое значение при решении вопроса что выращивать, как выращивать, когда выращивать и какую при этом применять технику.[3]

Почва имеет разную влажность в разных климатических зонах, но все их объединяет то, что непредвиденная потеря влаги недопустима и должна быть сведена к минимуму с целью обработки почвы с сохранением её плодородия. С помощью техники, возможно, бороться с сорняками для этого

существуют культиваторы. Так же с сорняками возможно бороться с помощью применения специальной химии, но современные тенденции развития чистого земледелия с сохранением плодородности почвы стремятся к полному исключению химических веществ при борьбе с сорняками но не исключают их при борьбе с вредителями и болезнями.[1] Культивирование почвы как один из способов борьбы с сорной растительностью применяется повсеместно уже многие годы, он зарекомендовал себя как неотъемлемую часть сельскохозяйственных операций. Применение культивирования благоприятно сказывается на чистоте почвы от сорняков без применения специальных химических препаратов, но есть и негативные факторы применения культиваторов в неподходящих условиях, такие как разрушение почвенной корки. Разрушение почвенной корки приводит к повышенной передаче кислорода к корневой системе, но и к повышенному испарению влаги из почвы и чрезмерному разрушению почвенных агрегатов, что приводит к эрозии почвы и снижению её плодородия. При рассмотрении возможности применения культиваторов стоит учитывать следующие факторы. [4]

Во-первых, какой уровень сорной растительности и нет ли возможности применить химические средства борьбы с сорняками. Если рассматривать потерю влаги, то следует учитывать что в засушливую пору на сухой почве культивация увеличит потерю влаги из верхнего слоя примерно на 5 см в следствии нарушения почвенной корки. Общее правило, потери влаги зависят от состава почвы, от количества пожневых останков на её поверхности, и от содержания органических веществ в почве.

В нормальных условия борьба с сорняками с помощью культивации, не оказывает значительного влияния на количество влаги в почве и не нарушает процесс роста растений.

Во-вторых возможен ущерб корневой системе растений когда влажность почвы ограничена корневая система растений имеет склонность к увеличению своих размеров и площади, нарушение почвы может привести к повреждению корней. Опыт показывает, что в борьбе с сорняками при применении культиваторов лучшие результаты достигаются при работе на высоких скоростях культивации. Большую практическую пользу для сохранения влаги оказывает наличие на поле пожневых остатков. [4]

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение культиваторов может быть совмещено с внесением в почву удобрений методом внутрипочвенного внесения в жидком или твёрдом виде в виде гранул.

Культивирование является важным инструментом борьбы с сорняками, наличие и применение в хозяйствах широкозахватной техники позволяет повысить урожай, но только в тех случаях, когда применение техники не принесёт вред.

Библиографический список

1. Потетня, К. М. Питательный стресс почвы как следствие использования непропорциональных норм химических удобрений / К. М. Потетня // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2023. – № 1(17). – С. 35-43. – EDN IJXGRH.

2. EXPLORE BEDNAR MACHINES [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bednar.com/en/blog/12-meters-disc-cultivator-largest-in-new-zealand/>
3. WELCOME TO KVERNELAND [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uk.kverneland.com/tillage-tools/stubble-cultivators/kverneland-ctc-cultivator>
4. Integrated Crop Management [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/choosing-cultivation-dry-soils>

References

1. . Potetnya, K. M. Nutrient stress of the soil as a consequence of the use of disproportionate rates of chemical fertilizers / K. M. Potetnya // Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. – 2023. – No. 1(17). – P. 35-43. – EDN IJXGRH.
2. EXPLORE BEDNAR MACHINES [Electronic resource]. Access mode: <https://www.bednar.com/en/blog/12-meters-disc-cultivator-largest-in-new-zealand/>
3. WELCOME TO KVERNELAND [Electronic resource]. Access mode: <https://uk.kverneland.com/tillage-tools/stubble-cultivators/kverneland-ctc-cultivator>
4. Integrated Crop Management [Electronic resource]. Access mode: <https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/choosing-cultivation-dry-soils>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛГОРИТМА КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ РЕЕЧНЫХ ДОМКРАТОВ

О.В.Бердюгина^{1*}, С.В.Кондаков¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, г. Екатеринбург

*e-mail: berdyuginao@yandex.ru

Аннотация: Данная статья посвящена: теории расчета кинематических характеристик домкрата с помощью законов и принципов общинженерной дисциплины теоретическая механика. Домкраты представляют собой переносные грузоподъемные механизмы незначительных размеров и массы, имеющие различные конструкции. Их применяют для подъема и опускания, а также для перемещения грузов на небольшие расстояния. Такие операции часто приходится выполнять при монтаже оборудования и конструкций, например, при укладке под оборудование подкладок или катков, для выверки положения машин относительно осей и высотных отметок, для удаления из-под оборудования шпального настила или временных балок. Приведён обзор конструкций домкратов и выбран для составления алгоритма расчёта наиболее распространённый и с простой по конструкции реечный домкрат.

Рассмотрен расчёт кинематических показателей реечного домкрата, который предшествует силовому и динамическому расчётам необходимых для подбора основных параметров грузоподъёмной машины.

Анализ проведённого расчёта позволяет составить общий алгоритм кинематического анализа реечного домкрата, и определение, а также связь его характеристик движения ведущего звена – рукояти с ходом ведомого звена – рейки.

Ключевые слова: домкрат, кинематика, кинематические характеристики, угловая скорость, теоретическая механика, грузоподъёмное устройство.

DETERMINATION OF THE KINEMATIC ANALYSIS ALGORITHM AND CALCULATION OF THE MOTION CHARACTERISTICS OF RACK JACKS

O.V. Berdyugina^{1*}, S.V. Kondakov¹

¹Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg.

*E-mail: berdyuginao@yandex.ru

Annotation: This article is devoted to: the theory of calculating the kinematic characteristics of a jack using the laws and principles of the general engineering discipline theoretical mechanics. Jacks are portable lifting mechanisms of small size and weight, having various designs. They are used for lifting and lowering, as well as for moving goods over short distances. Such operations often have to be performed during the installation of

equipment and structures, for example, when laying linings or rollers under the equipment, to align the position of machines relative to axes and elevations, to remove sleeper flooring or temporary beams from under the equipment. An overview of jack designs is given and the most common and simplest rack-and-pinion jack is selected to compile the calculation algorithm.

The calculation of the kinematic parameters of the rack and pinion jack, which precedes the power and dynamic calculations necessary for the selection of the main parameters of the lifting machine, is considered. The analysis of the calculation allows us to make a general algorithm for the kinematic analysis of the rack jack, and the definition, as well as the relationship of its characteristics of the movement of the leading link – the handle with the stroke of the driven link – the rack.

Keywords: jack, kinematics, kinematic characteristics, angular velocity, theoretical mechanics, lifting device.

Постановка проблемы (Introduction)

Реечные домкраты являются наиболее распространёнными, и имеют наиболее простую и надёжную конструкцию. Данные домкраты могут работать в самых суровых условиях эксплуатации, то есть применяться в сельскохозяйственном и других производствах. Эти домкраты могут храниться зимой вне складских помещений, а весной они продолжают работать в тех же самых режимах, что говорит о неприхотливости и надёжности домкратов с реечным приводом. Их механическая конструкция позволяет использовать реечный домкрат в самых тяжелейших условиях, которыми отличается сельскохозяйственное производство. В отличие от менее надёжных гидравлических домкратов, реечные домкраты не требуют смазки, а также выдерживают большие перепады температур. Можно также отметить возможность работы этих домкратов в агрессивных внешних средах, в большой влажности и пыли. Существенным достоинством любого реечного домкрата является его универсальность. Реечные домкраты применяются для предварительного вывешивания деталей, при выполнении различных монтажных, ремонтных и перегрузочных работ. При помощи реечного домкрата можно перемещать грузы и в горизонтальном направлении. Реечные домкраты отличаются высоким уровнем безопасности.

Поэтому определение общего алгоритма кинематического расчёта реечных домкратов на основе применения законов и формул теоретической механики является одним из необходимых для агроинженера.

Методология и методы (Methods)

В результате проделанной работы оказалось, что по принципу устройства домкраты подразделяются на винтовые, гидравлические, реечные и клиновые. В свою очередь клиновые домкраты бывают винтовыми и гидравлическими. Существуют также комбинированные домкраты — гидровинтовые. Подъём грузов такими домкратами производится двумя ступенями за один цикл. Первая ступень подъема осуществляется гидравлическим способом, вторая (дополнительная) — винтом,

встроенным в корпус домкрата. Однако такие домкраты очень громоздкие, тяжелые и неудобные в работе.

Принцип работы реечного домкрата достаточно прост. Поворачивая ручку в определенном направлении, усилие передаётся на рейку через цилиндрический редуктор, в результате можно опускать и поднимать груз.

При решения инженерных задач агроинженеру необходимо обладать знаниями основных общепромышленных дисциплин. Дисциплина теоретическая механика является основной наукой, которая формирует у инженера научное мировоззрение и углублённые знания о равновесии и движении тел в природе и конечно применительно к технике и различным процессам происходящим в механизме.

Раздел кинематика несёт знания по определению кинематических характеристик механизмов.

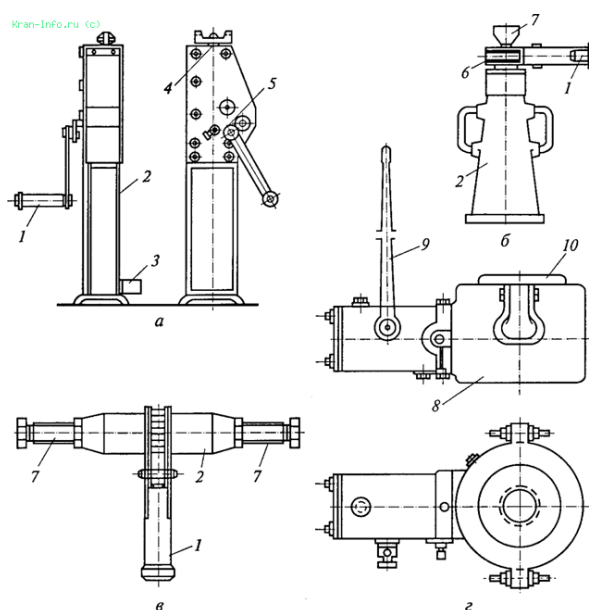


Рисунок 1 – Домкраты

а — реечный; б, в — винтовые; г — гидравлический; 1 — рукоятка; 2 — корпус; 3 — лапа; 4 — выдвижная рейка; 5 — храповик; 6 — гайка; 7 — винт; 8 — цилиндр; 9 — ручной насос; 10 — поршень



Рисунок 2 – Конструкция реечного домкрата

На рисунке 2 представлена конструкция реечного домкрата и она не зависит практически от его модели. Домкрат состоит из: корпуса (1) с опорной лапой, зубчатой рейки (2), подъемного механизма (зубчатых блоков) (3), которые перемещаются по рейке, рукоятки (6), управляющей перемещением подъемным механизмом, и храпового механизма (8) для фиксации самопроизвольного опускания груза. Опорная лапа (5) и (4) головка для подъема груза прочно приварены к корпусу (1) домкрата.

Подъемный механизм домкрата состоит из шестерней, которые вращаются при помощи приводной рукоятки. Для надежной фиксации груза на требуемой высоте, шестерня, на которой установлена рукоятка, имеет храповой механизм с «собачкой».

Но для проведения кинематического расчёта необходимо представить структурную схему механизма, чтобы иметь наглядное представление не только о его устройстве, но и о принципе его работы.

Расчет любого реального материального объекта начинается с выбора расчётной модели или расчётной схемы. Реальный объект, освобождённый от несущественных особенностей, называется расчетной схемой.

Для одного и того же объекта может быть предложено несколько расчетных схем, что зависит от требуемой точности расчета и от параметров рассматриваемого явления. При расчетах производится схематизация формы реального объекта также по геометрическим признакам. Процедура выбора расчетной схемы реального объекта состоит в его расчленении на отдельные типовые элементы (простые формы).

Расчетную схему составляют в следующем порядке:

1. Разбивают конструкцию на простые элементы;
2. Каждый простой элемент конструкции заменяют соответствующим расчетным элементом (брусом, пластиной, оболочкой, массивным телом);
3. Выбирают схему опорных частей элемента или конструкции (подвижный и неподвижный шарнир, жесткая заделка и другие);
4. Выбирают вариант соединения элементов конструкции между собой и с опорными частями (жесткий или шарнирный).

Кинематическая схема реечного домкрата приводится на рисунке 3.

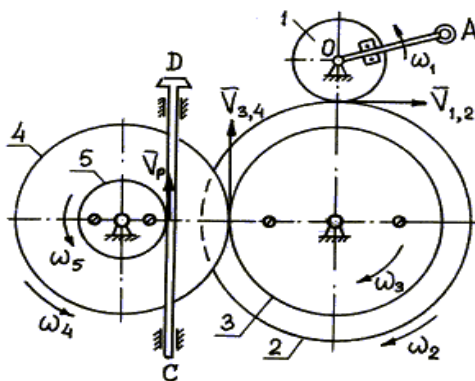


Рисунок 3 – Кинематическая схема реечного домкрата

Результаты (Results)

Например, стоит задача определить скорость рейки домкрата в зависимости от функции движения ведущего звена - его рукоятки.

В механизме домкрата при вращении рукоятки OA шестерни 1, 2, 3, 4, 5 приводят в движение зубчатую рейку BC домкрата (рис. 2). Определить скорость рейки, если рукоятка OA делает 30 оборотов в минуту ($n = 30$ об/мин).

Числа зубцов шестерен соответственно равны: $Z_1 = 6$, $Z_2 = 24$, $Z_3 = 8$, $Z_4 = 32$; радиус пятой шестерни $R_5 = 4$ см.

Решение всегда начинается с расчёта показателей ведущего звена 1. Рукоятка совершает вращательное движение и так как рукоятка OA жестко соединена с шестерней 1. Определяем угловую

$$\omega_1 = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi 30}{30} = \pi \text{ 1/с.}$$

скорость вращения 1 шестерни, она делает тоже 30 об/мин или

2. Модули линейных скоростей точек в зацеплении зубчатых колес 1 и 2 одинаковы для точек обоих колес и согласно теореме зацепления получаем следующую пропорцию:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

3. Так как числа зубьев пропорциональны радиусам колес и шестерни 2 и 3 жестко соединены между собой в следствии чего рассчитываем угловую скорость третьего колеса по формуле:

$$\omega_3 = \omega_2 = \omega_1 \frac{z_1}{z_2}.$$

4. Для находящихся в зацеплении колес 3 и 4 на основании также теоремы зацепления можно записать и шестерни 4 и 5 жестко соединены между собой поэтому:

$$\omega_5 = \omega_4 = \omega_1 \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4}.$$

5. Модули скоростей точек соприкосновения зубчатой рейки BC и шестерни 5 одинаковы, поэтому линейная скорость движения рейки равна:

$$V_p = \omega_5 r_5 = \omega_1 \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} r_5$$

6. В результате подставив все найденные величины в ответе получаем:

$$V_p = \pi \frac{6}{24} \frac{8}{32} 4 = 0,78 \text{ см/с.}$$

Рейка домкрата будет двигаться со скоростью 0,78 см/сек

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Расчёт кинематических характеристик механизма, таких как: перемещения, скорости ускорения, является начальным этапом к силовому и динамическому расчёту механизма домкрата. Показатели,

полученные в результате этих расчётов, являются базовыми для расчёта на прочность и определения контактных напряжений, а также материала и размеров рейки домкрата.

Затем можно будет выбрать конструкцию следующих основных показателей домкрата: подхвата – части механизма, которая предназначена для упора в поднимаемый предмет; формы опорной площадки – нижней части домкрата.

Определённые скорости звеньев механизма позволят рассчитать грузоподъемность главный показатель, характеризующий максимальный вес поднимаемого груза. Грузоподъемность домкрата обычно выражается в тоннах и её необходимо брать с запасом 25–35%, чтобы проводить грузоподъемные работы с максимальной безопасностью и увеличит срок службы домкрата.

Таким образом, алгоритм кинематического анализа и расчёта характеристик движения с помощью общих законов механического движения, изучаемых в разделе, кинематика является важным фактором для освоения цикла всего инженерного расчёта.

Библиографический список

1. Кузьмин А.В. Справочник по расчётам подъёмно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.А. Марон. – Минск: Высш. шк, 1983. – 350 с.
2. Сабирьянов Р.Р. Стропальные и такелажные работы в строительстве и промышленности - 67 с.
3. Статья из журнала «Молодой учёный» / выпуск №30 декабрь 2016 г.
4. Сборник задач по теоретической механике в примерах аграрного производства. Статика. Кинематика: Учебник для аграрных вузов. / О. В. Бердюгина, Л. Ю. Стриганова, М. Л. Юсупов. – Екатеринбург: УрГАУ, 2019. – 134 с.
5. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Учеб. пособ. для вузов. В 2-х т. / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. – 9-е изд., перераб. - М. : Наука, 2007. – 670 с.
6. Гернет, М. М. Курс теоретической механики. М. : 1965 и последующие издания.
7. Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Диевский, Диевский А. В. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 144 с.
8. Кепе, О. Э. Сборник коротких задач по теоретической механике. М. : Высш.шк., 1989. – 368 с.
9. Лачуга, Ю. Ф. Теоретическая механика Учеб. пособие для вузов. / Ю. Ф. Лачуга, В. А. Ксендзов. – М.: КолосС, 2005. – 576 с.
10. Применение реечных домкратов. Режим доступа URL: https://promputsnab.ru/domkraty_1_23.html (Дата обращения 04.12.2023);

11. Реечный домкрат: устройство, техника использования и ремонт (фото и видео). Режим доступа URL: <https://instrumentoria.ru/138-reechnyj-domkrat-kak-polzovatsja.html> (Дата обращения 05.12.2023);

12. Хайджек (реечный домкрат) Режим доступа URL: <https://lik-o-dil-es.blogspot.com/2018/11/hajdzhek-reechnyj-domkrat.html> (Дата обращения 05.12.2023)

References

1. Kuzmin A.V. Handbook of calculations of lifting and transport machines / A.V. Kuzmin, F.A. Maron. – Minsk: Higher School of Economics, 1983. – 350 p.
2. Sabiryanov R.R. Slings and rigging works in construction and industry - 67 p.
3. Article from the journal "Young Scientist" / issue No. 30 December 2016
4. Collection of problems on theoretical mechanics in examples of agricultural production. Static. Kinematics: Textbook for agricultural universities. / O. V. Berdyugina, L. Yu. Striganova, M. L. Yusupov. Yekaterinburg: UrGAU, 2019. 134 p .
5. Bat, M. I. Theoretical mechanics in examples and problems. Study guide. for universities. In 2 volumes / M. I. Bat, G. Yu. Janelidze, A. S. Kelzon. – 9th ed., reprint. - M. : Nauka, 2007. – 670 p.
6. Gernet, M. M. Course of theoretical mechanics. Moscow : 1965 and subsequent editions.
7. Dievsky, V. A. Theoretical mechanics. Internet testing of basic knowledge [Electronic resource] : textbook / V. A. Dievsky, A. V. Dievsky – Electron. dan. – St. Petersburg : Lan, 2010. – 144 p.
8. Кеpe, O. E. Collection of short problems in theoretical mechanics. M. : Higher School, 1989. – 368 p.
9. Shack, Yu. F. Theoretical mechanics Textbook for universities. / Yu. F. Shack, V. A. Ksenzov. – Moscow: KolosS, 2005. – 576 p .
10. Use of rack and pinion jacks. Access mode URL: https://promputsna.ru/domkraty_1_23.html (Access date 12/04/2023);
11. Rack jack: device, technique of use and repair (photo and video). Access mode URL: <https://instrumentoria.ru/138-reechnyj-domkrat-kak-polzovatsja.html> (Access date 12/05/2023);
12. Hajdzhek (rack jack) Access mode URL: <https://lik-o-dil-es.blogspot.com/2018/11/hajdzhek-reechnyj-domkrat.html> (Date accessed 12/05/2023)

МАКРОСТРУКТУРА И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ЗАГОРОДНОГО И СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

И.Д. Закирьянова¹, Т.Б. Попова^{1*}

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, г. Екатеринбург

*E-mail: popova_tb@urgau.ru

Аннотация. Актуальность работы связана с применением керамзитового гравия в качестве теплоизоляционного строительного материала в сельском строительстве, которое позволяет значительно удешевить строительные проекты, обеспечивает равномерную усадку фундаментов, а также энергосбережение при дальнейшей эксплуатации. Целью работы является изучение взаимосвязи макроструктура - эксплуатационные свойства керамзитового гравия. Макроструктура, в частности величина пористости и ее характер (размер и форма пор, равномерность распределения пор по объему, их структура – сообщающиеся поры или замкнутые), исследовалась методами оптической микроскопии. Испытания эксплуатационных свойств проводились согласно ГОСТ 9758-2012. Установлено, что наличие поверхностных дефектов, открытых и сквозных пор и микротрещин приводит к повышенному водопоглощению материала. Негативными факторами также являются относительно небольшой (45 %) объем, занимаемый замкнутыми порами, и большая величина истинной плотности керамзита. Положительными факторами являются прочностные характеристики керамзитового гравия близкие к таковым для ячеистых бетонов.

Ключевые слова: керамзитовый гравий, теплоизоляция, пористые материалы, макроструктура, эксплуатационные свойства.

MACRO-STRUCTURE AND PERFORMANCE PROPERTIES OF EXPANDED GRAVEL USED FOR COUNTRY AND RURAL CONSTRUCTION

I.D. Zakiryanova¹, T.B. Popova^{1*}

¹Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg.

*E-mail: popova_tb@urgau.ru

Abstract. The relevance of the work is related to the use of expanded clay gravel as a heat-insulating building material in rural construction, which can significantly reduce the cost of construction projects, ensure uniform shrinkage of foundations, as well as energy saving during further operation. The purpose of the work is to study the relationship between macrostructure and operational properties of expanded clay gravel. The macrostructure, in particular the amount of porosity and its nature (size and shape of pores, uniform distribution of pores throughout the volume, their structure - communicating or closed pores), was studied by optical

microscopy. Performance tests were carried out in accordance with GOST 9758-2012. It has been established that the presence of surface defects, open and through pores and microcracks leads to increased water absorption of the material. Negative factors are also the relatively small (45%) volume occupied by closed pores and the large value of the true density of expanded clay. Positive factors are the strength characteristics of expanded clay gravel, which are close to those of cellular concrete.

Keywords: expanded clay gravel, thermal insulation, porous materials, macrostructure, performance properties

Постановка проблемы (Introduction)

Энергосбережение является приоритетным направлением энергетической политики РФ. Пористые теплоизоляционные строительные материалы играют большую роль при возведении энергоэффективных жилых и промышленных объектов в загородном и сельском строительстве [1-7].

Теплоизоляционные материалы можно разделить на три группы, в зависимости от характера структуры: материалы с жесткой, ячеистой структурой, материалы с зернистой, несвязанной структурой и материалы с волокнистой структурой. Выбор материалов для проведения теплоизоляционных работ предопределяется прежде всего характером объекта тепловой защиты, целесообразностью способа его защиты, наличием материалов и удобством их использования при проведении работ. Основным критерием при выборе утеплителя должен быть принцип соответствия долговечности утеплителя и основного строительного материала [8-10].

Керамзит – распространенный теплоизоляционный пористый материал с жесткой ячеистой структурой, получаемый путём обжига глины или глинистого сланца. Он используется для создания теплоизоляционного слоя фундаментов, полов, потолков, при утеплении мансард, в качестве заполнителя перекрытий, как чердачных, так и межэтажных.

Часто этот материал используют в качестве керамзитовой «подушки» для бетона, заменяя щебневые или песчаные материалы. Причем такая замена возможна во всех сферах: начиная от строительства фундаментов и заканчивая устройством простых бетонных стяжек. Кроме того, керамзит является огнестойким, экологически чистым материалом. Он устойчив к циклам замораживания-размораживания, сохраняет свои эксплуатационные свойства даже при очень низких температурах. Минимальную морозостойкость керамзита устанавливает ГОСТ 32447-2013 [11], согласно которому она должна составлять не менее 15 циклов (марка по морозостойкости F15). Этот показатель наиболее важен при использовании керамзитового гравия в условиях северных регионов и Арктики.

Применение керамзитового гравия в качестве отсыпки для фундаментов (которая играет роль и утеплителя) позволяет в значительной степени уменьшить глубину залегания фундаментов. Зачастую этот показатель отличается в 2 раза, что, ведет к значительному снижению стоимости всего проекта. Использование керамзитового гравия в виде отсыпки не только экономит средства, но и предотвращает

промерзание грунта вокруг него. Это позволяет самому фундаменту не расслаиваться и не трескаться, давать равномерную усадку.

Немаловажным преимуществом использования данного вида строительного материала является его относительно невысокая стоимость на рынке (800 - 900 руб. за 1 м³).

В связи с этим актуально проведение материаловедческих исследований, направленных на выявления взаимосвязи структуры и свойств керамзита, используемого в качестве пористого теплоизоляционного материала в загородном и сельском строительстве.

Цель исследования – выявить взаимосвязь макроструктуры и эксплуатационных характеристик керамзитового гравия, используемого при строительстве жилых и промышленных объектов.

Задачи исследования:

- провести анализ макроструктуры гранулированного керамзита;
- определить основные эксплуатационные свойства исследуемых образцов керамзита: теплопроводность, среднюю, истинную и насыпную плотность, гранулометрический состав, водопоглощение по массе и по объему, открытую, закрытую и общую пористость, морозостойкость; прочностные характеристики;
- выявить корреляции между поровым строением и свойствами керамзита.

Методология и методы исследования (Methods)

В качестве исследуемого материала был взят керамзитовый гравий (рисунок 1) производства ООО «Кушвинский керамзитовый завод» [12].



Рисунок 1 – Керамзитовый гравий

Исследование макроструктуры образцов проводили на микроскопе, фотографии макроструктуры получали с помощью фотонасадки.

Испытания эксплуатационных свойств проводили согласно ГОСТ 9758-2012 [13]. Были определены: 1) гранулометрический состав испытуемого образца; 2) насыпная плотность; 3) средняя плотность гранул; 4) истинная плотность материала; 5) общая, открытая и закрытая пористость гранул;

6) водопоглощение по массе и по объему; 7) морозостойкость; 8) прочность на сжатие; 9) теплопроводность.

Определение гранулометрического состава проводили на наборе сит 40; 20; 10; 5; 0,16.

Частный остаток на каждом из сит определяли по формуле

$$a_i = \frac{m_i}{M} \times 100 \%, \quad (1)$$

где m_i – остаток материала на сите; M – масса просеянной пробы.

Определение насыпной плотности проводили с помощью мерного цилиндра объемом 2 литра, который перед испытанием был взвешен на весах. Материал с высоты 10 см насыпали в цилиндр до полного его заполнения и образованием над ним конуса. После этого, цилиндр с материалом взвешивали на весах, и насыпная плотность высчитывали по формуле

$$\rho_{\text{нас}} = (m_2 - m_1) / V_{\text{ц}}, \quad (2)$$

где m_1 – масса пустого цилиндра, г; m_2 – масса цилиндра с материалом, г; $V_{\text{ц}}$ – объем мерного цилиндра, см³.

Для определения средней плотности зёрен материал размером зёрен 20-40 мм, взвешивали и высыпали в стеклянный мерный цилиндр, в который также высыпали песок фракции 0,63-2,5 мм. Песок должен полностью закрывать после некоторого его уплотнения в цилиндре верхние зёрна материала. Определяли объем слоя керамзита и песка. Затем отделяли песок от исследуемого материала и с помощью мерного цилиндра определяли объем слоя материала.

Среднюю плотность материала высчитали по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = m / (V_1 - V_2), \quad (3)$$

где m – масса пробы исследуемого материала, кг; V_1 – объем слоя материала и песка, м³; V_2 – объем слоя песка, м³.

Истинную плотность образцов определяли пикнометрическим способом. Перед испытанием образец измельчали до полного прохождения его через сито № 008. Для определения плотности пикнометр моют, высушивают в сушильном шкафу, охлаждают в эксикаторе, взвешивают на аналитических весах и получают m_0 . Насыпают в пикнометр материал и взвешивают, получают массу m . Затем определяют массу порошка $m_{\text{п}} = m - m_0$. Пикнометр с порошком наполняют дистиллированной водой так, чтобы она полностью покрыла весь порошок, до метки, взвешивают и получают массу m_1 . Содержимое пикнометра удаляют, наполняют водой до метки и снова взвешивают, получая значение m_2 . Плотность определяют по формуле:

$$\rho_{\text{ист}} = m_{\text{п}} \rho_{\text{в}} / (m_2 - m_1 + m_{\text{п}}), \quad (4)$$

где $m_{\text{п}}$ – навеска порошка, г; m_1 – масса пикнометра с порошком и водой, г; m_2 – масса пикнометра с водой, г; $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды.

Водопоглощение керамзитового гравия определяли для образцов, предварительно высушенных в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы. После высушивания образцы

охлаждали до комнатной температуры и взвешивали. Затем укладывали в емкость с водой, имеющей температуру +20 °С. В воде образцы выдерживали 48 ч, затем вынимали, обтирали влажной мягкой тканью и сразу взвешивали.

Водопоглощение образцов по массе вычисляли по формуле

$$B_m = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где $m_{\text{нас}}$ – масса насыщенного водой материала, г;

$m_{\text{сух}}$ – масса сухого материала, г.

Измерив среднюю и истинную плотности образцов, определили их общую пористость по формуле:

$$\Pi = (\rho_{\text{ист}} - \rho_{\text{ср}}) / \rho_{\text{ист}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

Зная среднюю плотность материала и водопоглощение по массе, рассчитали водопоглощение по объёму по формуле

$$B_v = B_m / \rho_{\text{ср}}, \quad (7)$$

Закрытую пористость вычисляем как разность общей и открытой пористости по формуле

$$\Pi_3 = \Pi - \Pi_o, \quad (8)$$

Теплопроводность материалов определялась согласно ГОСТ 7076-99 [14] с помощью прибора НТП МГ4, в насыпном состоянии при стационарном тепловом режиме.

Морозостойкость материалов определили испытанием в растворе сернокислого натрия согласно ГОСТ 9758-2012 [13]. Для испытания была взята навеска материала фракции 20-40 мм, погружаемая в раствор сернокислого натрия ($\rho = 1160 \text{ кг/м}^3$) продолжительностью 18 ч. После чего, материал промывали в горячей воде и ставили в сушильный шкаф ($t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$) на 4 часа. Циклы повторялись до тех пор, пока не наступило разрушение материала. После каждого цикла проводилось взвешивание.

Прочность керамзитового гравия определяли путём сдавливания его в цилиндре диаметром 7,5 см. Прочность материала определяли по формуле

$$P = F / S, \quad (1)$$

где F – нагрузка при сдавливании заполнителя, соответствующая погружению пуансона на 20 мм;

S – площадь поперечного сечения цилиндра, см^2 .

Результаты (Results)

Для того чтобы провести исследование макроструктуры материала под бинокулярным микроскопом, образцы керамзитового гравия подверглись распиливанию, а их поверхности, в последующем, отшлифованы. Фотографии макроструктуры были получены при увеличении микроскопа в 40 раз.

Из фотографий макроструктуры керамзитового гравия видно, что поры керамзита различного размера, неравномерно распределены по объёму. Отмечено наличие как замкнутых, так и сообщающихся

пор (рисунок 2). Кроме того, получили фотографии внешней поверхности образцов (рисунок 3), которые показали наличие микротрещин, разных по размеру и форме открытых пор.

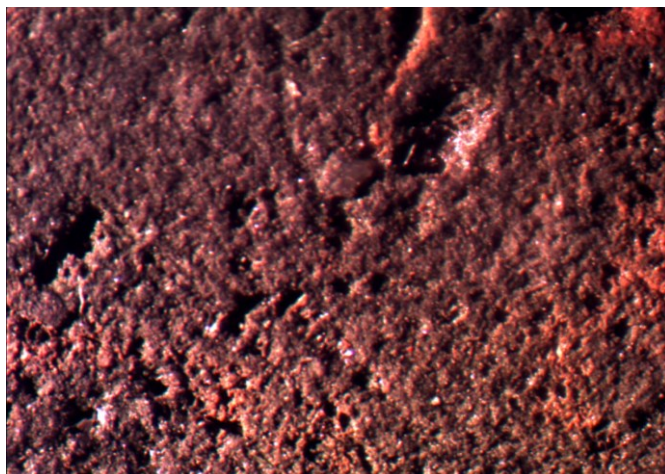


Рисунок 2 – Макроструктура керамзитового гравия при увеличении в 40 раз



Рисунок 3 – Макроструктура внешней поверхности керамзитового гравия при увеличении в 40 раз

В таблице 1 представлены результаты исследования пористости керамзитового гравия.

Таблица 1 – Описание пористости образцов

Показатель	Керамзитовый гравий
Наибольший размер пор, мм	0,8
Форма пор	Произвольной формы
Равномерность по размеру пор	Неравномерно
Равномерность распределения пор по объёму материала	Неравномерно
Структура пор (сообщающиеся или замкнутые)	Присутствуют как замкнутые, так и сообщающиеся
Наличие дефектов	Обнаружены трещины на поверхности гранул
Наличие открытых пор	Присутствуют открытые поры
Наличие сквозных пор	Присутствуют
Наличие микротрещин	Присутствуют

Результаты исследования эксплуатационных характеристик керамзитового гравия

Результаты определения гранулометрического состава керамзитового гравия приведены в таблице

2.

Таблица 2 – Гранулометрический состав керамзитового гравия

Материал	Наименование остатка	Остатки на ситах, % по массе					Проход через сито № 016, % по массе
		40	20	10	5	0,16	
Керамзит	Частный (a_i)	0	10	80,5	8,5	1	0
	Полный (A_i)	0	10	90,5	99,0	100	0

По гранулометрическому составу испытанный керамзитовый гравий соответствует требованиям ГОСТ 32497-2013 [15].

В таблице 3 приведены результаты проведённых испытаний по определению эксплуатационных характеристик керамзитового гравия.

Таблица 3 – Эксплуатационные характеристики керамзитового гравия

Показатель	Керамзитовый гравий
Насыпная плотность, кг/м ³	520
Средняя плотность, кг/м ³	910
Истинная плотность, кг/см ³	2740
Водопоглощение по массе, %	23,56
Водопоглощение по объёму, %	21,44
Открытая пористость, %	21,44
Общая пористость, %	66,79
Закрытая пористость, %	45,35
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,17
Марка по морозостойкости	F15
Прочность на сжатие, МПа	3,17

От величины пористости и ее характера (размера и формы пор, равномерности распределения пор по объему материала, их структуры – сообщающиеся поры или замкнутые) зависят важнейшие свойства материала: средняя плотность, прочность, теплопроводность, водопоглощение, морозостойкость. Открытые поры увеличивают водопоглощение материала, что приводит к ухудшению его теплоизоляционных характеристик и морозостойкости. Уменьшение закрытой пористости за счет

открытой также ухудшают его теплоизоляционные свойства. Вместе с тем, полученные данные по прочностным характеристикам керамзитового гравия близки к таковым для ячеистых бетонов [16], что является положительным фактором.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Исследуемые образцы керамзитового гравия удовлетворяют требованиям ГОСТ 32497-2013 [14] «Заполнители пористые теплоизоляционные для зданий и сооружений». Установлено, что особенности порового строения керамзита определяют его основные эксплуатационные характеристики.

Наличие различных дефектов на поверхности керамзитового гравия, а также наличие открытых и сквозных пор, микротрещин приводят к тому, что данный материал обладает большим водопоглощением. К факторам, ухудшающим теплоизоляционные свойства, можно отнести относительно небольшой (45 %) объем, занимаемый замкнутыми порами и большую величину истинной плотности керамзита.

Для эффективного применения керамзитового гравия в качестве теплоизоляционного материала для загородного и сельского строительства можно рекомендовать дополнительное использование слоя гидроизоляции для уменьшения водопоглощения материала и сохранения его эксплуатационных характеристик.

Библиографический список

1. Горелик П. И., Золотова Ю.С. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения. Строительство уникальных зданий и сооружений./ П. И. Горелик, Ю.С. Золотова //№3. 2014. с. 93-103
2. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
3. Горшков А.С., Немова Д.В., Ватин Н.И. Формула энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 49-63.
4. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2009. №5. С.297-305
5. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3 (8). С. 1-11.
6. Альбом технических решений по применению теплоизоляционных изделий из пенополиуретана торговой марки «Spu-insulation» в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий / Ватин Н.И., Величкин В.З., Горшков А.С., Пестряков И.И., Пешков А.А., Немова Д.В., Киски С.С. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3 (8). С. 1-264.
7. Ватин Н.И., Немова Д.В., Горшков А.С. Сравнительный анализ потерь тепловой энергии и эксплуатационных затрат на отопление для загородного частного дома при различных минимальных

требованиях к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 1 (168). С. 36-39.

8. Ватин Н.И., Горшков А.С., Глумов А.В. Влияние физико-технических и геометрических характеристик штукатурных покрытий на влажностный режим однородных стен из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 28-33.

9. Немова Д.В., Ватин Н.И., Горшков А.С., Кашабин А.В., Рымкевич П.П., Цейтин Д.Н. Техно-экономическое обоснование мероприятий по утеплению ограждающих конструкций индивидуального жилого дома. Строительство уникальных зданий и сооружений 2014. №. 8 . С. 93-115

10. В.А. Лотов. Перспективные теплоизоляционные материалы с жесткой структурой. Строительные материалы, 2004. № 11. С.8-10

11. ГОСТ 32497-2013 «Заполнители пористые теплоизоляционные для зданий и сооружений». [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109189> (дата обращения 23.04.2024)

12. Кушвинский керамзитовый завод [Электронный ресурс] Керамзит. URL: <http://kushvakeramzit.ru/> (дата обращения 23.04.2024).

13. ГОСТ 9758-2012 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний». [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100905> (дата обращения 23.04.2024)

14. ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме». [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005006> (дата обращения 23.04.2024)

15. ГОСТ 32497-2013 «Заполнители пористые теплоизоляционные для зданий и сооружений». [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109189> (дата обращения 23.04.2024)

16. ГОСТ 25485-2019 Бетоны ячеистые. Общие технические условия [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200166675> (дата обращения 23.04.2024)

References

1. Gorelik P.I., Zolotova Yu.S. Modern thermal insulation materials and features of their application. Construction of unique buildings and structures./ P. I. Gorelik, Yu.S. Zolotova //No. 3. 2014. p. 93-103

2. Federal Law of November 23, 2009 N 261-FZ "On energy saving and increasing energy efficiency and on introducing amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"

3. Gorshkov A.S., Nemova D.V., Vatin N.I. Energy efficiency formula // Construction of unique buildings and structures. 2013. No. 7 (12). pp. 49-63.

4. Gagarin V.G. Thermophysical problems of modern wall enclosing structures of multi-storey buildings // Academia. Architecture and construction. 2009. No. 5. P.297-305
5. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Nemova D.V. Energy efficiency of enclosing structures during major repairs // Construction of unique buildings and structures. 2013. No. 3 (8). pp. 1-11.
6. Album of technical solutions for the use of thermal insulation products made of polyurethane foam of the “Spu-insulation” trademark in the construction of residential, public and industrial buildings / Vatin N.I., Velichkin V.Z., Gorshkov A.S., Pestryakov I.I., Peshkov A.A., Nemova D.V., Kiski S.S. // Construction of unique buildings and structures. 2013. No. 3 (8). pp. 1-264.
7. Vatin N.I., Nemova D.V., Gorshkov A.S. Comparative analysis of thermal energy losses and operating costs for heating for a country private house with various minimum requirements for the level of thermal protection of enclosing structures // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century. 2013. No. 1 (168). pp. 36-39.
8. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Glumov A.V. The influence of physical, technical and geometric characteristics of plaster coatings on the humidity regime of homogeneous walls made of aerated concrete blocks // Engineering and Construction Journal. 2011. No. 1. P. 28-33.
9. Nemova D.V., Vatin N.I., Gorshkov A.S., Kashabin A.V., Rymkevich P.P., Tseytin D.N. Feasibility study of measures to insulate the enclosing structures of an individual residential building. Construction of unique buildings and structures 2014. No. 8 . pp. 93-115
10. V.A. Lots. Promising thermal insulation materials with a rigid structure. Construction materials, 2004. No. 11. P.8-10
11. GOST 32497-2013 “Porous thermal insulating fillers for buildings and structures.” [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory technical documentation URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109189> (date of access 23.04.2024)
12. Kushvinsky expanded clay plant [Electronic resource] Expanded clay. Access mode URL: <http://kushvakeramzit.ru/> (date of access 23.04.2024).
13. GOST 9758-2012 “Porous inorganic aggregates for construction work. Test methods”. [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory technical documentation URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100905> (date of access 23.04.2024)
14. GOST 7076-99 “Construction materials and products. Methods for determining thermal conductivity and thermal resistance under stationary thermal conditions.” [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory technical documentation URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005006> (date of access 23.04.2024)
15. GOST 32497-2013 “Porous heat-insulating fillers for buildings and structures”. [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory technical documentation URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109189> (date of access 23.04.2024)

16. GOST 25485-2019 Cellular concrete. General technical conditions. [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory technical documentation URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200166675> (date of access 23.04.2024)

НАЛОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ В АПК**С. В. Великоречина^{1*}, М. А. Хомякова^{1,2**}**¹**ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, г. Екатеринбург**²**Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация***** E-mail: s.v.velikorechina@urfu.ru******E-mail: homyakovama@mail.ru**

Аннотация: актуальность данной статьи заключается в том, что сельское хозяйство является фундаментальным сектором российской экономики, в связи с чем изучение отдельных экономических аспектов агропромышленного комплекса становится важной темой исследования. Налоги в целом и налоговый контроль в частности представляют интерес для экономического развития АПК, играют важную роль для субъектов предпринимательской деятельности в сельскохозяйственной сфере, в связи с чем анализ особенностей налогового контроля в АПК представляет определенный исследовательский интерес для юристов, экономистов, сотрудников агропромышленного комплекса и т. д. Авторы настоящего исследования раскрывают тему налогового контроля как для экономики в целом, так и для сельского хозяйства в частности. В статье раскрыто определение понятия налогового контроля в соответствии с действующим налоговым российским законодательством, указаны его цели, раскрыты нюансы проведения такой формы контроля. Авторы сравнивают налоговый контроль для юридических лиц, работающих в сфере агропромышленного комплекса, а также для индивидуальных предпринимателей. В работе предпринята попытка дать рекомендации хозяйствующим субъектам в АПК для прохождения налогового контроля быстро и качественно.

Ключевые слова: налоговый контроль; индивидуальные предприниматели; сельское хозяйство; агропромышленный комплекс; экономика сельского хозяйства; бизнес в сельском хозяйстве

TAX CONTROL IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**S. V. Velikorechina^{1*}, M. A. Khomyakova^{1,2**}****1. Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation****2. Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russian Federation***** E-mail: s.v.velikorechina@urfu.ru*******E-mail: homyakovama@mail.ru ****

Abstract. the relevance of this article lies in the fact that agriculture is a fundamental sector of the Russian economy, and therefore the study of certain economic aspects of the agro-industrial complex becomes an

important research topic. Taxes in general and tax control in particular are of interest for the economic development of the agro-industrial complex, play an important role for business entities in the agricultural sector, and therefore the analysis of the features of tax control in the agro-industrial complex is of particular research interest to lawyers, economists, employees of the agro-industrial complex, etc. The authors of this study reveal the topic of tax control as for the economy in general, and for agriculture in particular. The article reveals the definition of the concept of tax control in accordance with the current Russian tax legislation, indicates its objectives, and reveals the nuances of conducting such a form of control. The authors compare tax control for legal entities working in the field of agro-industrial complex, as well as for individual entrepreneurs. The paper attempts to give recommendations to business entities in the agro-industrial complex for passing tax control quickly and efficiently.

Keywords: tax control; individual entrepreneurs; agriculture; agro-industrial complex; agricultural economics; business in agriculture

Постановка проблемы (Introduction)

Сельское хозяйство является отраслью экономики, и это говорит о том, что для развития данного сектора необходимо применение различных экономических механизмов, включая отношения в области налогообложения. Российская Федерация исторически является аграрной державой, сельское хозяйство которой стало экономическим фундаментом для внешнего и внутреннего рынка [1; 2]. В связи с изложенным важно изучение налогового контроля в агропромышленном комплексе (далее в тексте – АПК) как одного из способов стимулирования развития бизнеса в сельском хозяйстве России.

Методология и методы исследования (Methods)

В ходе настоящего исследования использовались такие методы как:

Метод толкования – используя этот метод мы раскрыли определение понятия «налоговый контроль»;

Метод сравнения – с его помощью были проанализированы особенности налогового контроля российского АПК и налогового контроля АПК зарубежных стран;

Метод правового регулирования – применяя его, мы проанализировали особенности правового регулирования отношений в сфере налогового контроля в области АПК;

Метод перехода от общего к частному и от частного к общему на примере сельского хозяйства как части экономики.

А также иные общенаучные и частно-научные методы.

Результаты и обсуждение (Results)

На наш взгляд, для понимания темы настоящего исследования, необходимо дать определение понятия налогового контроля. Оно является легальным, то есть содержится в норме российского права. Определение понятия налогового контроля дано законодателем в п. 1 ст. 82 Налогового кодекса Российской Федерации (далее в тексте – НК РФ). Согласно содержанию диспозиции данной нормы,

налоговым контролем признается деятельность уполномоченных органов по контролю за соблюдением законодательства о налогах и сборах в порядке, установленном настоящим Кодексом (п.1 ст.82 НК РФ).

Целью проведения налогового контроля является контроль за соблюдением налогоплательщиком, плательщиком сборов, плательщиком страховых взносов или налоговым агентом законодательства о налогах и сборах.

Как уже отмечалось выше на страницах настоящего исследования, налоговый контроль играет большую роль для развития бизнеса в АПК, что подтверждается в работах ведущих авторов [3 – 5].

В Российской Федерации в ходе реформ, во многом связанных с распадом СССР [6], был введен специальный налоговый режим для организаций и индивидуальных предпринимателей (далее в тексте – ИП), занимающихся производством сельскохозяйственных товаров. Этот спецрежим называется Единый сельскохозяйственный налог (далее в тексте – ЕСХН). ЕСХН регулируется Главой 26.1 НК РФ. Он был введен с целью притока в данную отрасль нашей экономики новых производителей, а также для уменьшения налоговой нагрузки и облегчения жизни существующих предприятий в этой отрасли [7]. Отметим, что подобные нововведения в вопросах налогового регулирования деятельности сельскохозяйственных субъектов характерны не только для современной России, но и для других государств, ранее входивших в состав Советского Союза [8].

1) в соответствии со ст. 346. 2 НК РФ, налогоплательщиками ЕСХН являются (ст. 346.2 НК РФ): сельскохозяйственные компании и индивидуальных предпринимателей, которые занимаются непосредственным производством, переработкой и дальнейшей продажей сельскохозяйственных товаров и продукции;

2) предприятия, занятые в рыбных хозяйствах.

Вышеуказанный спецрежим заменяет для субъектов бизнеса в АПК некоторые налоги. (п.3 ст.346.1 НК РФ).

Для организаций это НДС, налог на прибыль, налог на имущество (в части имущество используемого в производстве с/х продукции и оказании услуг)

Для ИП: НДФЛ; налог на имущество физических лиц (в части имущество используемого в производстве с/х продукции и оказании услуг)

Согласно налоговому кодексу налоговой базы, является доходы, уменьшенные на расходы (ст. 346.4 НК РФ). Для определения налоговой базы организации и ИП ведут учет согласно действующего законодательства.

Организации обязаны вести бухгалтерский учет (ФЗ от 06.12.2011 №402-ФЗ «О бухгалтерском учете») документально подтверждая факты хозяйственной жизни, регистрируя в регистрах учета для определения налоговой базы по ЕСХН.

Индивидуальные предприниматели не обязаны вести бухгалтерский учет и согласно п. 8 ст. 346.5 НК РФ ведут учет в книге доходов и расходов (далее в тексте – КУДиР) по определенной форме.

Ключевым условием для использования спецрежима является доля дохода от сельскохозяйственной деятельности – не менее 70%.

Учет организаций и ИП в настоящее время автоматизированный, а сдача отчетности переходит в цифровой режим, что соответствует общей концепции цифровизации сельского хозяйства [9; 10]. Также налоговые органы при работе с налогоплательщиками (в том числе и в сфере АПК) в большинстве своем перешли на электронный документооборот, что, на наш взгляд, упростило методы ведения контроля.

При производстве действий по осуществлению налогового контроля налоговые органы вправе применить технические средства для производства фото- и киносъемки, видеозаписи хода проведения мероприятий налогового контроля, копировально-множительную технику, иные технические средства. Факты применения технических средств отражаются в соответствующих протоколах, составленных при производстве действий по осуществлению налогового контроля, к ним приобщаются материалы, полученные в результате применения технических средств (фотографические снимки и негативы, киноленты, видеозаписи и другие материалы).

К мероприятиям по налоговому контролю относятся:

- Инвентаризация (п. 13 ст. 89 НК РФ)

Инвентаризация проводится с целью проверки достоверности данных, содержащихся в документах налогоплательщика, а также для выяснения иных обстоятельств, имеющих значение для выполнения задач налоговой проверки.

- Осмотр (ст. 91, 92 НК РФ)

Налоговые органы вправе осматривать любые используемые налогоплательщиком для извлечения дохода либо связанные с содержанием объектов налогообложения независимо от места их нахождения производственные, складские, торговые и иные помещения и территории.

- Истребование документов (информации) (ст. 93, 93.1 НК РФ)

Должностное лицо налогового органа, проводящее налоговую проверку, вправе истребовать у проверяемого лица необходимые для проверки документы.

Выемка (ст. 94 НК РФ)

Выемка документов и предметов производится для того, чтобы выявить и подтвердить достаточными доказательствами нарушения налогового законодательства.

Экспертиза (ст. 95 НК РФ)

В необходимых случаях при проведении выездных налоговых проверок, на договорной основе может быть привлечен эксперт.

- Допрос (ст. 90 НК РФ)

В необходимых случаях при проведении выездных налоговых проверок проводится допрос свидетеля, которому могут быть известны какие-либо обстоятельства, имеющие значение для осуществления налогового контроля.

- Вызов в качестве свидетеля (ст. 90 НК РФ)

Налоговые органы вправе вызывать для дачи показаний любое физическое лицо, которому могут быть известны какие-либо обстоятельства, имеющие значение для осуществления налогового контроля.

- Получение экспертного заключения (ст. 95 НК РФ)

Если эксперт при производстве экспертизы установит имеющие значение для дела обстоятельства, по поводу которых ему не были поставлены вопросы, он вправе включить выводы об этих обстоятельствах в свое заключение.

- Привлечение переводчика (ст. 97 НК РФ)

В необходимых случаях для участия в действиях по осуществлению налогового контроля на договорной основе может быть привлечен переводчик.

Данные мероприятия относятся ко всем налогоплательщикам, в том числе и находящиеся на спецрежиме – ЕСХН.

Также проводятся мероприятия налогового контроля в ходе налоговых проверок или при рассмотрении материалов налоговых проверок в качестве дополнительных мероприятий.

Следует помнить, что для того, чтобы применять данные налоговые льготы, необходимо, чтобы субъект предпринимательства должен быть признан сельскохозяйственным производителем, а для этого доля от реализации сельскохозяйственной продукции должна быть не менее 70 % от общей реализации [11].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На наш взгляд, всем налогоплательщикам ЕСХН следует обращать внимание при ведении своей деятельности на следующие показатели:

- соответствует ли вид деятельности данному спецрежиму;
- составляет доход установленную долю, согласно законодательству;
- учет всех хозяйственных операций, влияющих на определение налоговой базы;
- своевременно сдавать установленную отчетность;
- своевременно платить налоги.

В случае соблюдения наших рекомендаций, организации и ИП в сельскохозяйственной отрасли будут находить налоговый контроль более рациональным, эффективным и удобным.

Библиографический список:

1. Воронин Б. А., Воронина Я. В., Черданцев В. П. Организационно-экономические аспекты корпоративного управления малыми формами хозяйствования в АПК // Электронное сетевое издание «Международный правовой курьер». 2023. № 4. С. 33 – 42.
2. Хомякова М. А. Соотношение экономики и охраны окружающей среды: правовой аспект // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2021. № 4 (12). С. 55 – 58.

3. Савельева Е. В., Пузырева М. А. Значение налогового контроля // Студенческая наука об актуальных проблемах и перспективах инновационного развития регионального АПК: материалы XX научно-практической конференции обучающихся. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 262 – 265.
4. Нафикова Л. К., Галлямова Т. Р. Налоговый контроль в сельском хозяйстве // Прорывные экономические реформы в условиях риска и неопределенности. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2014. С. 91 – 93.
5. Болдырева Е. С., Хулхачиева Г. Д. Развитие налогового контроля в сфере сельского хозяйства // Бизнес. Образование. Право. 2016. № 2 (35). С. 81– 85.
6. Стахеев Р. В., Гусев А. С., Карпухин М. Ю., Стахеева Л. М., Митрофанова И. А. Определение влияния аграрной реформы 1990-х годов на агропромышленный комплекс России // Образование и право. 2023. № 5. С. 508 – 516.
7. Оборин М. С. Направления развития бизнес-процессов крупного агробизнеса // Аграрный вестник Урала. 2023. № 8. С. 89 – 100.
8. Бельский В., Лаппо П. Налоговый механизм АПК: противоречия и пути их разрешения // Аграрная экономика. 2016. № 7. С. 9 – 15.
9. Карпухин М. Ю., Хомякова М. А. Перспективы цифровизации сельского хозяйства до 2030 года: правовой аспект // Цифровые технологии и право. Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. В 6-ти томах. Казань, 2022. С. 422 – 427.
10. Воронин Б. А., Воронина Я. В. О цифровой трансформации сельского хозяйства Российской Федерации // Актуальные проблемы современной российской экономики. Екатеринбург, 2023. С. 5–16.
11. Архаров М. Сельхозпроизводители будут сами определять, к чему относить побочные продукты в животноводстве // ЭЖ-Бухгалтер. 2022. № 45. С. 7 – 8.
12. Давлетшин Т.Г. Единый сельскохозяйственный налог с НДС. Проблемы гармонизации // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. 2022. № 13. С. 20 – 36.

References

1. Voronin B. A., Voronina Ya. V., Cherdantsev V. P. Organizational and economic aspects of corporate governance of small business entities in the agro-industrial complex // Electronic online publication "International Legal Courier". 2023. No. 4. pp. 33 – 42.
2. Khomyakova M. A. The ratio of economics and environmental protection: a legal aspect // Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in agriculture. 2021. No. 4 (12). pp. 55– 58.
3. Savelyeva E. V., Puzyreva M. A. The importance of tax control // Student science on current problems and prospects of innovative development of the regional agro-industrial complex: materials of the XX scientific

and practical conference of students. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2021. pp. 262 – 265.

4. Nafikova L. K., Gallyamova T. R. Tax control in agriculture // Breakthrough economic reforms in conditions of risk and uncertainty. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. 2014. pp. 91– 93.

5. Boldyreva E. S., Hulkhacheva G. D. The development of tax control in the field of agriculture // Business. Education. Right. 2016. No. 2 (35). pp. 81– 85.

6. Staheev R. V., Gusev A. S., Karpukhin M. Yu., Staheeva L. M., Mitrofanova I. A. Determining the impact of the agrarian reform of the 1990s on the agro-industrial complex of Russia // Education and law. 2023. No. 5. pp. 508 – 516.

7. Oborin M. S. Directions of development of business processes of large agribusiness // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 8. pp. 89 – 100.

8. Belsky V., Lappo P. The tax mechanism of the agroindustrial complex: contradictions and ways to resolve them // Agrarian economics. 2016. No. 7. pp. 9 –15.

9. Karpukhin M. Yu., Khomyakova M. A. Prospects of digitalization of agriculture until 2030: a legal aspect // Digital technologies and law. Collection of scientific papers of the I International Scientific and Practical Conference. In 6 volumes. Kazan, 2022. pp. 422 – 427.

10. Voronin B. A., Voronina Ya. V. On the digital transformation of agriculture in the Russian Federation // Actual problems of the modern Russian economy. Yekaterinburg, 2023. pp. 5– 16.

11. Arkharov M. Agricultural producers will determine for themselves what to include by-products in animal husbandry // EZH-Accountant. 2022. No. 45. pp. 7– 8.

12. Davletshin T.G. Unified agricultural tax with VAT. Problems of harmonization // Accounting in budgetary and non-profit organizations. 2022. No. 13. pp. 20 – 36.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭКОНОМИКИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ОБЩЕСТВАМ. А. Хомякова^{1,2 *}**1. Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Российская Федерация****2. Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация*****E-mail: homyakovama@mail.ru ***

Аннотация: в настоящей статье рассматривается зависимость степени развития экономики и общей экологической картины общества. Актуальность данного исследования обуславливается важностью экологии и экономики как биологического и социального сегмента жизнедеятельности соответственно, а также соотношения этих сегментов друг с другом. Автор подчеркивает, что в работе использованы такие методы как исторический метод, метод толкования, компаративистика и прочие методы, используя которые, автор смог прийти к результатам исследования. Особое внимание уделено методу так называемой кривой Кузнецца, который сегодня используется при изучении экологии. Благодаря анализу трудов российских и зарубежных ученых (среди которых Попова Е.В., Костина Н.В., Розенберг А.Г., Розенберг Г.С., Хасаев Г.Р., Abbas Sh., Ghosh S., Sucharita S., Саушева О.С., Сайпидинов И.М., Момошева Г.А., Kuznets S., Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M., Gene M. Grossman, Alan B. Krueger, Баженов А.А., Садов А.А., Новикова М.Е., Хен В.А. и др.), автором предпринята попытка определить такую зависимость через призму оставляемого экологического следа. Автор исследования предлагает различные альтернативные способы сохранения высокого уровня экологизации, перспективных для экономики.

Ключевые слова: экономика; экология; экономический след; кривая Кузнецца; зеленая энергетика

THE DEPENDENCE OF THE ECONOMY AND THE GREENING OF SOCIETYМ. А. Khomyakova^{1,2 **}**¹ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation****² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russian Federation*****E-mail: homyakovama@mail.ru ***

Abstract. this article examines the dependence of the degree of economic development and the general ecological picture of society. The relevance of this study is determined by the importance of ecology and economics as a biological and social segment of life activity, respectively, as well as the relationship of these segments with each other. The author emphasizes that the work uses such methods as the historical method, the method of interpretation, comparative studies and other methods, using which the author was able to come to the results of the study. Special attention is paid to the method of the so-called Kuznets curve, which is used today in the study of ecology. Thanks to the analysis of the works of Russian and foreign scientists (including Popova

E.V., Kostina N.V., Rosenberg A.G., Rosenberg G.S., Khasaev G.R., Abbas Sh., Ghosh S., Sucharita S., Sausheva O.S., Saipidinov I.M., Momosheva G.A., Kuznetsov S., Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M., Gene M. Grossman, Alan B. Krueger, Bazhenov A.A., Sadov A.A., Novikova M.E., Khen V.A., etc.), the author attempts to determine such dependence through the prism of the ecological footprint left. The author of the study suggests various alternative ways to maintain a high level of greening that are promising for the economy.

Keywords: economics; ecology; economic footprint; Kuznets curve; green energy

Постановка проблемы (Introduction)

Если экономика является основой социума, то экология является основой жизни на Земле. В настоящем исследовании поднимается вопрос о взаимозависимости экологии и экономики как двух важных для человечества наук, базовых для выживания человека и развития человеческого общества.

Методология и методы исследования (Methods)

При написании данной работы нами были использованы научные методы. Среди них:

Метод толкования – в работе даются определения важных для настоящего исследования понятий (к примеру, раскрывается определение понятия «экологический след»);

Исторический метод – мы обращаемся к исследованиям авторов различных поколений;

Метод компаративистики – сравниваются различные подходы к зависимости экономики и экологизации общества;

Методы конкретного и абстрактного позволили нам говорить в данной работе о важности экологизации отдельных секторов экономики и связанных с ней отраслей (энергетика).

Значительную роль сыграл метод так называемой кривой Кузнеця, который сегодня используется при изучении экологии.

Результаты и обсуждение (Results)

В научной литературе экологический след определяют как «меру воздействия человека на среду обитания, которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых нами экологических ресурсов и поглощения отходов» [1]. На сегодняшний день экологический след превышает биологическую емкость Земли в среднем в полтора раза, в России – почти в два с половиной раза, а в Волжском бассейне, который является самым напряженным и антропогенно нагруженным регионом страны, в четыре раза [2].

Экология является основой всего живого на земле, однако технический прогресс увеличивает количество отходов жизнедеятельности человека, и с количеством этих отходов природе всё тяжелее справиться естественным путем. В науке говорят о деградации окружающей среды, что обязательно негативно сказывается на природе и, соответственно, на качестве жизни человечества в целом [3].

В 2023 году международным коллективом ученых была выявлена зависимость экономики и экологизации общества [3]. Основной темой исследования стало изучение так называемого экологического следа и его влияния на экономику. Необходимо отметить, что такие исследования

актуальны в современном мире: ученые часто поднимают вопрос о корреляции экологии и экономики, поскольку объекты исследования обеих наук являются фундаментальными для жизни мирового сообщества [4 – 6].

Совместные исследования ученых из Российской Федерации, Ливана, Турции, Индии и Малайзии, основывающиеся на изучении полусотни ведущих национальных экономик за 1990-2020 год, показали, что экономика государства обратно пропорциональна его экологическому следу [3]. Этот вывод помогли сделать исследования методом использования так называемой «Кривой Кузнецца».

Напомним, что кривая Кузнецца – это гипотеза, предложенная экономистом Саймоном Кузнецом в 1954 году, суть которой состоит в том, что в странах, стоящих на ранних ступенях экономического развития, неравенство доходов сначала возрастает, а с ростом экономики снижается. Кривую Кузнецца представляют на графиках в виде перевернутой U [7].

Несмотря на то, что кривая Кузнецца более чем за полвека своего существования подвергалась критике, с начала 90-х гг. XX вв. было принято решение использовать её в экологической политике [8]. Отметим, что на данное решение повлияли исследования Джина Гроссмана и Алана Крюгера [9; 10].

Эта же гипотеза описывает, что влияние экономического роста на окружающую среду может происходить через три основных канала: «эффект масштаба, эффект композиции и эффект технологии» [3].

Одним из решений вопросов по экологизации общества становится предложение популяризации так называемой «зеленой» энергетики [6]. На настоящем этапе развития человечества может показаться, что переход на «зеленую» энергетику является менее выгодным с экономической точки зрения, однако в долгосрочной перспективе «зеленая» энергетика прогнозируется как перспективное направление как с финансовой точки зрения, так и в плане сохранения и преумножения экологических показателей. Учитывая общую тенденцию, нельзя не сказать о переходе на биотопливо как возобновляемый источник энергии [11 – 13].

Также в рамках настоящего исследования считаем необходимым упомянуть и циркулярную экономику, благодаря которой, как пишут ученые, «истраченные ресурсы не выходят за границы производственной деятельности, а находят применение вновь» [14].

Такая экономика имеет название «4R» [14]:

- reuse (вторичное использование);
- remanufacture (обновление);
- recycle (переработка);
- reduce (снижение ресурсов для производства).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Подводя итоги настоящего исследования, мы считаем необходимым отметить, что анализ работ, проведенных российскими и зарубежными учеными по тематике заявленной нами темы, говорит о том,

что в странах с более сложной экономикой выше потребление чистой энергии и лучше состояние окружающей среды.

Соответственно, чем богаче государство, тем меньший экологический след оно оставляет от своей деятельности.

На наш взгляд, такие исследования, которые отражаются в проанализированных на страницах настоящей работы трудах [1 – 6; 11 – 14], показывает необходимость повышения общего уровня доходов населения. Чем выше доходы, тем чище окружающая среда. В данном случае обогащение позитивно сказывается не только на благосостоянии отдельных граждан, но и всего сообщества в целом. При этом не стоит забывать, что мы живем в эпоху глобализации, страны всё чаще сотрудничают друг с другом и оказывают влияние друг на друга. Глобальная экологическая катастрофа в одном государстве непременно скажется на окружающих её соседях. В связи с этим, учитывая выявленную в ходе настоящего исследования зависимость, подчеркнем, что улучшение благосостояния каждого человека важно не только для отдельного государства, но и для мирового сообщества в целом.

Библиографический список:

1. Попова Е.В. Экологический след - инструмент для анализа циркулярной экономики на макроуровне // Заметки ученого. 2021. № 11-1. С. 299-301.
2. Костина Н.В., Розенберг А.Г., Розенберг Г.С., Хасаев Г.Р. Показатель экологического следа и его взаимосвязь с другими индексами устойчивого развития экономики региона // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 9 (119). С. 34-41.
3. Abbas Sh., Ghosh S., Sucharita S. etc. Going green: understanding the impacts of economic complexity, clean energy and natural resources on ecological footprint in complex economies // Environment, Development and Sustainability. 2023. 25 November.
4. Саушева О.С. «Экологический след» как индикатор экономического роста на современном этапе развития // Отходы и ресурсы. 2017. Т. 4. № 4. С. 11.
5. Сайпидинов И.М., Момошева Г.А. Перспективы развития зеленой экономики в Кыргызстане // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 6-1 (100). С. 126-128.
6. Хомякова М. А. Корреляция «зеленой» энергетики и экономики // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2023. № 2 (18). С. 64-69.
7. Kuznets S. Economic Growth and Income Inequalit. 1955.
8. Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M. The Environmental Kuznets Curve: A Prime // The Property and Environment Research Center, 2002.
9. Gene M. Grossman, Alan B. Krueger. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement // NEER Working Papers. 1991. November. 3914.
10. Gene M. Grossman, Alan B. Krueger. Economic Growth and the Environment // The Quarterly Journal of Economics. 1995. Vol. 110, No. 2 (May, 1995), pp. 353-377.

11. Хомякова М.А., Садов А.А. Экономические перспективы использования биотоплива // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2023. № 1 (17). С. 80-86.
12. Баженов А.А., Садов А.А. Обзор возобновляемых источников энергии, пригодных к применению в сельском хозяйстве // Молодежь и наука. 2023. № 4.
13. Баженов А.А., Садов А.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Молодежь и наука. 2023. № 4.
14. Новикова М.Е., Хен В.А. Совершенствование контроля над экологическим следом в рамках циркулярной экономики // Развитие финансовых отношений в циркулярной экономике. Материалы Национальной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 292-297.

References

1. Popova E.V. Ecological footprint - a tool for analyzing the circular economy at the macro level // Notes of a scientist. 2021. No. 11-1. pp. 299-301.
2. Kostina N.V., Rosenberg A.G., Rosenberg G.S., Khasaev G.R. The indicator of the ecological footprint and its relationship with other indices of sustainable development of the region's economy // Bulletin of the Samara State University of Economics. 2014. No. 9 (119). pp. 34-41.
3. Abbas Sh., Ghosh S., Sucharita S. etc. Going green: understanding the impacts of economic complexity, clean energy and natural resources on ecological footprint in complex economies // Environment, Development and Sustainability. 2023. 25 November.
4. Sausheva O.S. "Ecological footprint" as an indicator of economic growth at the present stage of development // Waste and resources. 2017. Vol. 4. No. 4. p. 11.
5. Saipidinov I.M., Momosheva G.A. Prospects for the development of the green economy in Kyrgyzstan // Economics and business: theory and practice. 2023. No. 6-1 (100). pp. 126-128.
6. Khomyakova M. A. Correlation of "green" energy and economics // Scientific and technical Bulletin: Technical systems in agriculture. 2023. No. 2 (18). pp. 64-69.
7. Kuznetsov S. Economic Growth and Income Insuffalut. 1955.
8. Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M. The Environmental Kuznets Curve: A Primer // The Property and Environment Research Center, 2002.
9. Gene M. Grossman, Alan B. Krueger. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement // NEER Working Papers. 1991. November. 3914.
10. Gene M. Grossman, Alan B. Krueger. Economic Growth and the Environment // The Quarterly Journal of Economics. 1995. Vol. 110, No. 2 (May, 1995), pp. 353-377.
11. Khomyakova M.A., Sadov A.A. Economic prospects for the use of biofuels // Scientific and technical Bulletin: Technical systems in agriculture. 2023. No. 1 (17). pp. 80-86.
12. Bazhenov A.A., Sadov A.A. Review of renewable energy sources suitable for use in agriculture // Youth and science. 2023. № 4.

13. Bazhenov A.A., Sadov A.A. The use of renewable energy sources in Russia // Youth and science. 2023. № 4.

14. Novikova M.E., Khen V.A. Improving control over the ecological footprint within the framework of the circular economy // Development of financial relations in the circular economy. Materials of the National Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 2021. pp. 292-297.