

ТҮЙІН

2023 жылдың шілде айында Павлодар облысындағы Ертіс өзені жағалауындағы үш көлге (Орлов, Күркөл, Көне Ертіс) жүйелі зерттеу жұмыстары жүргізілді. Гидрохимиялық анализдің нәтижесіне сәйкес, Орлов және Көне Ертіс көлдерінде ШРК_{зт} нитрит және амоний азоту бойынша 2,5 -2,7 есе артық көрсеткішті көрсетті. Күркөл көлінде темірдің мөлшері жоғары деңгей (ШРК_{зт} 15 есе артық) көрсетті. Барлық көлдерде марганецтің мөлшері ШРК_{зт} бірнеше есе жоғары деңгей (3 тен 10 есеге дейін) көрсетті. Ауыр металлдардың мөлшері төменгі деңгейді көрсетті. Зоопланктонның саны жоғарғы деңгейді көрсетті, орташа 872,41–4492,9 мың № дана/м³, биомассасы 3,8–44,2 г/м³. Көне Ертіс көліндегі зоопланктонның сандық көрсеткішінің негізін коловраткалар мен ескекәятылар құрады, Орловское көлінде ескекәяқтылардың саны көп болса, коловраткалар мен бұтақмұрттылар субдоминант болды. Зерттелген көлдердің ихтиофаунасы 7 түрлі балық түрімен сипатталды; –шортан (*Esox lucius* Linneus, 1758), торта (*Rutilus rutilus* Linneus, 1758), тыран (*Abramis brama* Linneus, 1758), онғақ (*Tinca tinca* Cuvier, 1816), табан (*Carassius carassius* Linneus, 1758), алабұға (*Perca fluviatilis* Linneus, 1758), ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). Балықтардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштері көлдердің қолайлы орта екенін көрсетті. Орлов көлінде ротан балығының тұрақты популяциясы табылды.

УДК 631.3
МРНТИ 68.85.29

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-287-296

Капов С.Н., профессор, доктор технических наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-2889-2413>

Ставропольский Государственный агротехнический университет, г. Ставрополь, Россия, capov-sn57@mail.ru

Адуов М. А., профессор, доктор технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-2190-8582>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, aduov50@mail.ru

Оспанова Ш.К., магистр, старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-8572-7350>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, shinar1872@mail.ru

Токушев М.Х., PhD., заведующий кафедрой, <https://orcid.org/0000-0002-2555-8081>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, tokushevnm@mail.ru

Исенов К.Г., PhD., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-5193-9646>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, isenov-kz@mail.ru

Кубашева Ж.К., кандидат технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-4712-492X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, ул. Жангир хана, 51, г. Уральск, Республика Казахстан, kubashevazhanna@mail.ru

Capov S. N., Doctor of Technical Sciences, Professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-2889-2413>,

«Stavropol State Agrotechnical University Stavropol», Russia, capov-sn57@mail.ru

Aduov M. A., Professor, Doctor of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2190-8582>,

NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Astana, Kazakhstan, aduov50@mail.ru

Ospanova Z. K., Magistr., Senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-8572-7350>

NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Astana, Kazakhstan, shinar1872@mail.ru

Tokushev M. H., Doctor of PhD, Head of the Department, <https://orcid.org/0000-0002-2555-8081>, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, tokushevnm@mail.ru

Issenov K. G., Doctor PhD., Senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-5193-9646> NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Astana, Kazakhstan, isenov-kz@mail.ru

Kubasheva Zh.K., Candidate of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-4712-492X> NPJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University», 090009, 51 Zhangir Khan Str., Uralsk, Republic of Kazakhstan

**КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА С
РАЗРАБОТКОЙ АППАРАТОВ ДЛЯ ВЫСЕВА ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕМЯН И
ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
CONCEPTUAL DESIGN OF A SEEDING COMPLEX WITH DEVELOPMENT OF SOWING
MACHINES FOR SOWING HARD-TO-FLUFF SEEDS AND
APPLICATION OF MINERAL FERTILISERS**

Аннотация

Статья посвящена вопросам реализации многоэтапной задачи проектирования посевного комплекса с разработкой аппаратов для высева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений. Конструирование подобного комплекса является трудоемким процессом, который состоит из множества стадий, начиная с анализа задания и заканчивая постановкой на производство. Наиболее трудоемкой стадией является проектирование, где на основе проведения проектных исследований определяется будущий облик технического решения. Данная задача в статье решается путем использования основ концептуального проектирования и сводится к выполнению этапов структурного, морфологического и технического анализа и синтеза технологического процесса высева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений. В основе подобного проектирования и создания посевного комплекса лежат модели процессов взаимодействия аппаратов с конкретными средами, а именно, семена, минеральные удобрения, которые составляют механику сред. Использование методологии концептуального конструирования аппаратов позволило интегрировать соответствующие диаграммы для разработки структурно-функциональной модели в виде объектно-целевой диаграммы классов. Поэтому подобная модель стала основой для конструирования посевного комплекса аппаратами для высева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений.

ANNOTATION

The article is devoted to the issues of implementation of the multistage task of designing a seeding complex with the development of devices for sowing hard-to-sow seeds and applying mineral fertilisers. Design of such a complex is a labour-intensive process, which consists of many stages, starting from the analysis of the task and ending with the production. The most labour-intensive stage is the design, where the future appearance of the technical solution is determined on the basis of design studies. This task in the article is solved by using the basics of conceptual design and is reduced to the implementation of stages of structural, morphological and technical analysis and synthesis of the technological process of sowing hard-to-sow seeds and mineral fertiliser application. The basis of such design and creation of seeding complex are models of processes of interaction of devices with specific media, namely, seeds, mineral fertilisers, which constitute the mechanics of the media. The use of the methodology of conceptual design of apparatuses allowed to integrate appropriately diagrams for the development of a structural-functional model in the form of an object-target class diagram. Therefore, such a model became the basis for the design of a sowing complex with apparatuses for sowing hard-to-sow seeds and applying mineral fertilisers.

Ключевые слова: посевной комплекс, трудносыпучие семена, минеральные удобрения, концептуальное проектирование, объектно-ориентированная диаграмма.

Key words: sowing complex, hard-to-flow seeds, mineral fertilisers, conceptual design, object-oriented diagram.

Введение. Первым и основополагающим законом растениеводства является *равнозначимость и неизменность* жизни развития растения, которая служит научной базой каждой системы земледелия [1–3]. Так, для жизни и развития растения всегда нужны свет, тепло, вода и минеральное питание. Рациональное применение этих ресурсов обеспечивает повышенный агротехнический эффект и высокую экономическую выгоду для всей системы сельского хозяйства. В настоящее время, вопросы разработки отечественных современных технических средств, как для всего сельского хозяйства, так и для системы земледелия Республики Казахстан (РК) являются актуальными. Так, являясь крупным производителем травяных культур, существует острая необходимость дальнейшей интенсификации отрасли животноводства, где вопросы увеличения производства кормов выходят на первый план. При этом, основная проблема состоит в невозможности использования существующих посевных машин и комплексов для возделывания таких кормовых культур как люцерна, житняк, кострец, эспарцет, донник, козлятник, суданка и многие другие [4–6]. Анализ возделываемых кормовых культур РК, показывает, что в виду их сезонности (однолетние и многолетние) и разновидностей, свойства семян значительно различаются и для их оценки используют показатель сыпучести семенного (посевого) материала. Этот показатель зависит от форм и их размеров, свойств поверхности и влажности семян и для оценки их используется коэффициент внутреннего трения f [7–9]. Так, принято считать, что семена с коэффициентом в пределах $f=0,7-1,0$ относятся к трудносыпучим, а больше единицы – к несипучим (связанным). Как отмечено во многих научных трудах, у некоторых видов кормовых культур физико-механические свойства их семян могут резко изменяться, переходя от сыпучих к категории низко сыпучих [10]. Семена с подобными свойствами относятся к трудносыпучим. Проблема состоит в том, что для их посева с соблюдением агротехнических требований и необходимого качества, недостаточно использования существующих серийных зерновых сеялок, а требуется разработка перспективных посевных машин и комплексов с адаптированными под свойства трудносыпучих семян винтовыми высевальными аппаратами. В этой связи поиск рационального решения данной проблемы является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений реализации такой задачи – это использование методологии концептуального проектирования, как составная часть технологии конструирования [11].

Цель работы - разработка основ концептуального проектирования винтового высевального аппарата для посева трудносыпучих семян.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Системно-функциональный анализ технологии внесения трудносыпучих семян и минеральных удобрений.
2. Создание объектно-целевой диаграммы разработки высевальных аппаратов.

Материалы и методы исследований. Известно [11], что одной из главных причин несоответствия создаваемого технического объекта к требованиям технического задания состоит в существующих ошибках на начальном этапе проектирования, к которым относятся в терминах ЕСКД к стадии технического предложения. Так, например, использование современных методов проектирования, основанная на анализе и синтезе структуры исследуемого технологического процесса, позволяет минимизировать возможные ошибки и гарантировать получение на начальной стадии оптимальной структуры объекта, отвечающим функциональным требованиям технического задания. Если исходить из базовых принципов диалектического метода, то определяющим является принцип восхождения от сложного к простому посредством триады категорий: «*всеобщее* → *особенное* → *единичное*». В приложении к нашей поставленной цели имеем следующую технологию реализации: «*абстрактное* → *объектное* → *конкретное*» высевального устройства и технологического процесса, которые будем рассматривать как систему. Такой технологией реализации является объектно-ориентированное проектирование, которое служит методологией концептуального конструирования. Данная технология представляет возможность, еще на начальном этапе,

выполнять последовательную процедуру декомпозиции целей, выделению структуры системы из среды, для последующего функционально-структурного анализа и системного синтеза проектного решения.

В рамках декомпозиции можно выделить следующие этапы проектирования [12]:

$$S \equiv \langle A, R, Z, SR, \Delta T \rangle$$

где S — исследуемая система; A, R и Z —элементы A , связи R и цели системы Z , соответственно; SR — целеобразования; ΔT - интервал времени целеобразования.

Главный предмет системного исследования — это цели, которые являются системообразующими факторами. Так, путем поэтапной декомпозиции целей, определяется среда целеобразования с последующим построением диаграмм классов функциональных целей и технических решений. Именно подобный подход реализуется при решении поставленных задач.

Результаты исследований. Решая первую задачу, исходим из требований к разработке технологий и технических средств, таких высевочных аппаратов как для семян с плохой сыпучестью, так и для внесения гранулированных минеральных удобрений, возникает необходимость в создании научно-обоснованной методологии по проектированию комплексов и машин для посева трудносипучих семян. Из проведенного анализа применяемых технологий выращивания зерновых культур следует, что несмотря на их разнообразие, они все в единой биологической системе (БС), где базовыми элементами являются растение и почва. Если предусмотреть еще и возможности внесения минеральных удобрений, то имеем три объекта: почва, семена и удобрения, рисунок 1.

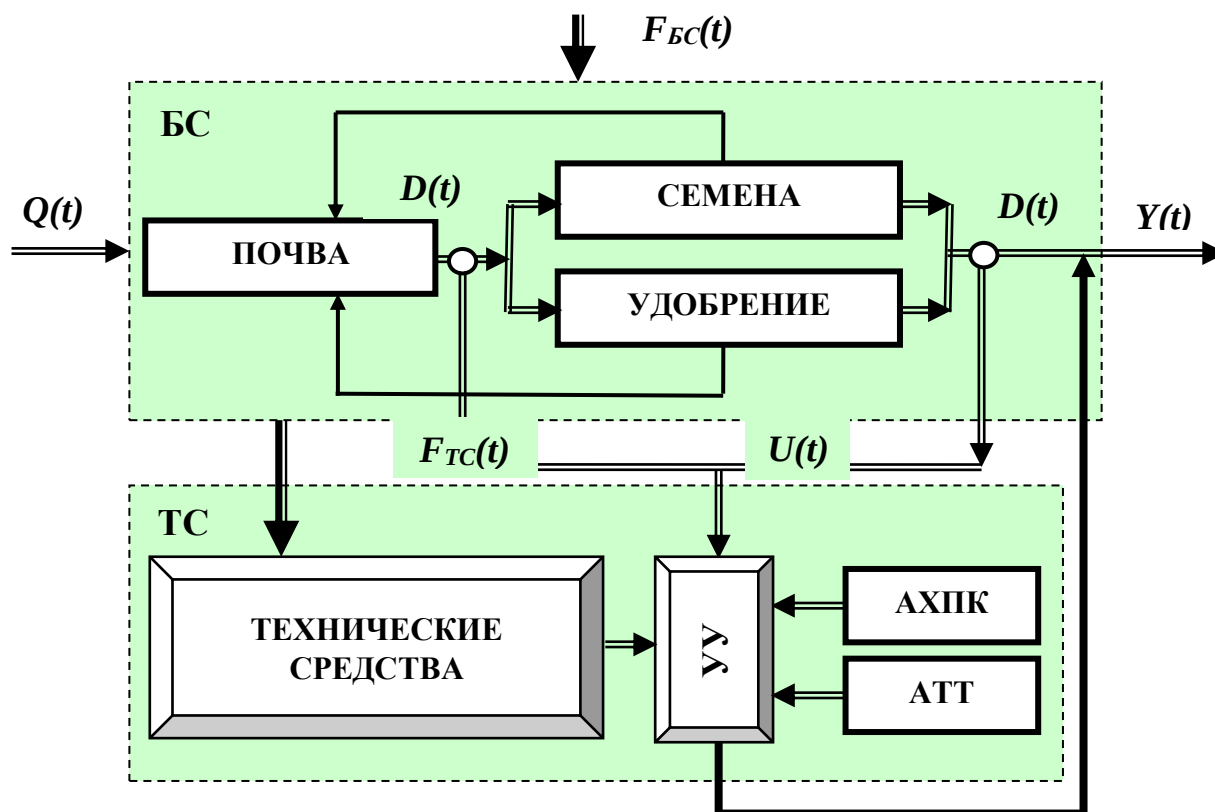


Рисунок 1 – Функциональная схема взаимодействия биологической системы с техническими средствами

Основной целью биологической системы является достижение максимального уровня урожая $Y(t)$ путем оптимального использования возможностей возделываемых культур. Обратная связь обеспечивается через технические средства $F_{TS}(t)$, которые формируют вектор управляющих воздействий $U(t)$. Вектор через устройства управления (УУ), настраивает технические средства на воздействие состояния почвенной среды $Q(t)$ и растения $D(t)$ с учетом

агрохимических (АХПК) и агротехнических (АТТ) требований. Эффективность применения любой технологии возделывания культур существенно зависит от вектора внешних воздействий биологической системы $F_{БС}(t)$.

Основной объект биологической системы – это почва, определяемая её состоянием. В результате механической обработки почвы её состояние становится неравновесным, хотя после прекращения воздействия процессов, таких как физические, химические и биологические, восстанавливают исходное равновесие. Поддержание такого неравновесного состояния почвы, оптимального для развития культурных растений, объясняется необходимостью создания условий для развития форм растений, которые не существуют в естественном состоянии. Для их возделывания необходимы как минимум семена, а, чтобы происходило их эффективное развитие еще и минеральные удобрения.

Важным фактором является посев семян, а также возможность внесения минеральных удобрений до и после посева или одновременно с посевом. Для создания системы управления посевом трудносыпучих семян и внесением минеральных удобрений рассмотрим технологический процесс высева как определенную последовательность операций: подача материала (семян и удобрений) на высевающий аппарат; дозирование и транспортировка материала по семя- тукопроводам к рабочему органу; распределение материала внутри почвы (рисунок 2).

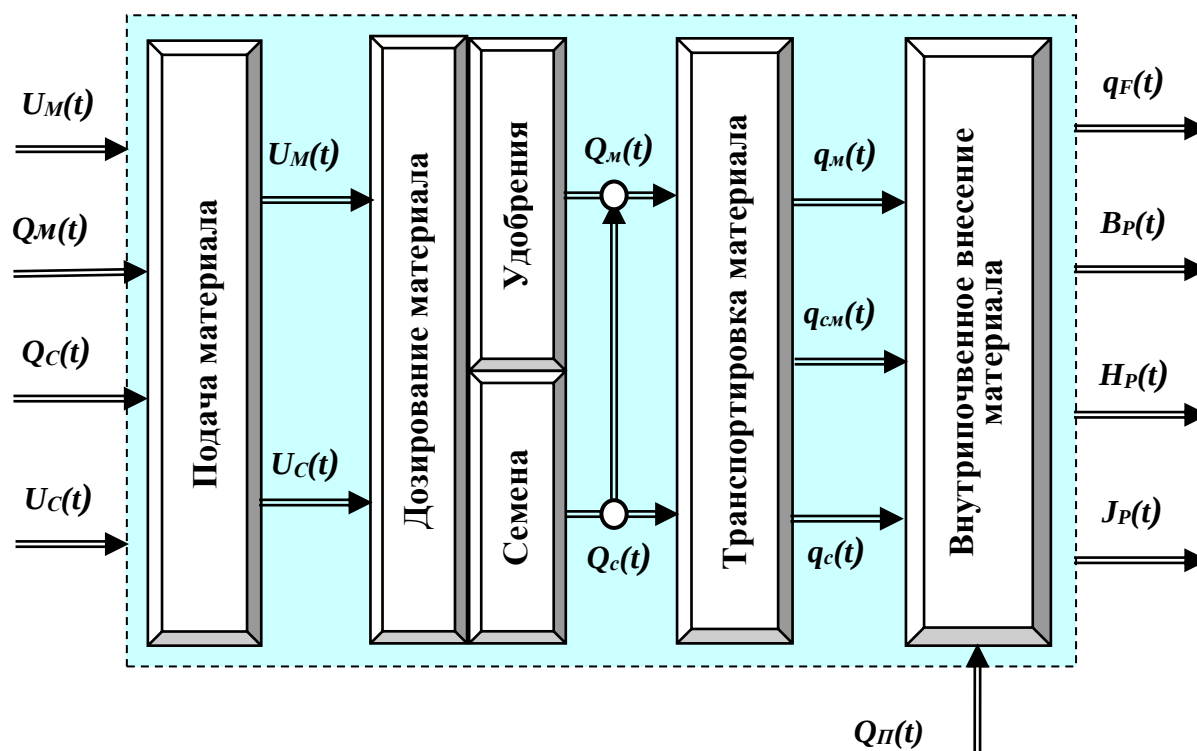


Рисунок 2 – Схема функционирования модели процесса посева семян и предпосевного внесения минеральных удобрений

Входными воздействующими факторами являются вектора подачи материалов ($Q_C(t)$ и $Q_M(t)$), а также соответствующие управляющие вектора $U_C(t)$ и $U_M(t)$. При этом необходимо учитывать состояние почвенной среды $Q_P(t)$. Параметры приемных бункеров (ящиков) для семян и удобрений, обозначаемые соответственно $Q_C(t)$ и $Q_M(t)$. На выходные потоки $Q_C(t)$ и $Q_M(t)$ значительное воздействие оказывают параметры высевных окон бункеров, через которые происходит подача материалов. Показателями оценки внутрипочвенного внесения материалов являются нормы внесения семян и минеральных удобрений, как по отдельности $q_C(t)$ и $q_M(t)$, так и одновременно $q_{CM}(t)$. Размер отверстий, размер частиц, углы внешнего и внутреннего трения,

высота слоя семенного материала, форма днища ящика и другие факторы влияют на движение семенного материала внутри ящика. Также, важным аспектом является изучение процесса истечения материалов из ящиков через высевные окна под воздействием силы тяжести или принудительно. Анализ работ по дозированию семян и минеральных удобрений показывает, что обеспечение равномерного дозирования материалов $Q_c(t)$ и $Q_m(t)$ представляет собой сложную научную задачу.

Основными выходными показателями рассматриваемой функциональной модели являются: требуемые нормы (дозы) высева материалов $q_F(t)$; рабочая ширина посева $B_p(t)$; неравномерность распределения материалов по ширине и длине посева $H_p(t)$, а также другие параметры $J_p(t)$. Эти показатели определяются при выполнении конкретного технологического процесса и должны соответствовать агротехническим требованиям.

Одним из главных элементов конструкции посевных машин является высевающий аппарат, выполняющий функции отбора и дозирование определенного количества семенного материала и минеральных удобрений, из общей массы, а также распределения и подачи их к рабочим органам для заделки.

Качество посева, особенно при использовании трудносыпучих семян, а также внесения минеральных, во многом зависят от совершенства конструкции высевающих аппаратов, их технического состояния и правильной настройки.

Высевающие аппараты должны удовлетворять следующим основным агротехническим требованиям:

- обеспечивать равномерную подачу семян и минеральных удобрений к рабочим органам;
- обеспечивать стабильный высев, то есть высевать одинаковое количество семенного материала и внесения минерального удобрения на единицу площади независимо от заполнения семенного и тукового бункеров, рельефа поля, угла наклона сеялки, скорости движения посевного агрегата и т.д.;
- не повреждать семенной материал;
- обеспечивать бесперебойный высев семян различных культур, имеющих разные формы, размеры и состояние поверхности;
- обеспечивать заданные нормы высева семян и минеральных удобрений.

Многими исследованиями доказано, что для соблюдения приведенных требований целесообразно использовать спирально-винтовой высевающий аппарат [13, 14, 15]. Поэтому, для решения второй задачи, отметим, что, высокое качество выполнения технологического процесса посева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений, а также повышение актуальности разрабатываемого винтового высевающего аппарата, необходимо планировать на этапе проектирования и формирования его будущего технического и технологического облика (концепции). При разработке любой сельскохозяйственной машины, необходим комплексный подход, с учетом достижения современной цифровой инженерии [16].

На всю структуру существующего технологического процесса посева культур и внесения минеральных удобрений, большое влияние оказывает не только среда в виде трудносыпучих семян и удобрений, которые *подаются, дозируются и транспортируются*, но и применяемые технические средства винтового высевающего аппарата и аппарата для внесения минеральных удобрений: *нагнетатели, спирали, рифли, семя- тукопроводы*, имеющие свои показатели оценки. В конечном итоге, все вышеизложенное является видом конечного продукта для разработки винтового высевающего аппарата и определяет окончательную конфигурацию концептуального проектирования.

Пред проектные исследования, а также разработка технического задания к высевающему устройству являются основой *концептуального проектирования*. Как показано выше, в методологии концептуального проектирования предусмотрена поэтапная последовательность выполнения определенных процедур, включающих в себя декомпозицию целей, выделение структуры системы из среды, функциональный структурный анализ и системный синтез проектного решения. Итогом ее реализации является создание объектно-целевой диаграммы

разработки винтового высевающего аппарата и аппарата для внесения минеральных удобрений (рисунок 3).

Хотя, в основе концептуального проектирования лежит моделирование на языке UML (Unified Modeling Language) с использованием девяти типов диаграмм, но в нашем случае достаточно ограничиться пятью типами диаграмм: среда и интервал целеобразования с выделением главной цели, а также двумя диаграммами функциональных и технических средств [17, 18].

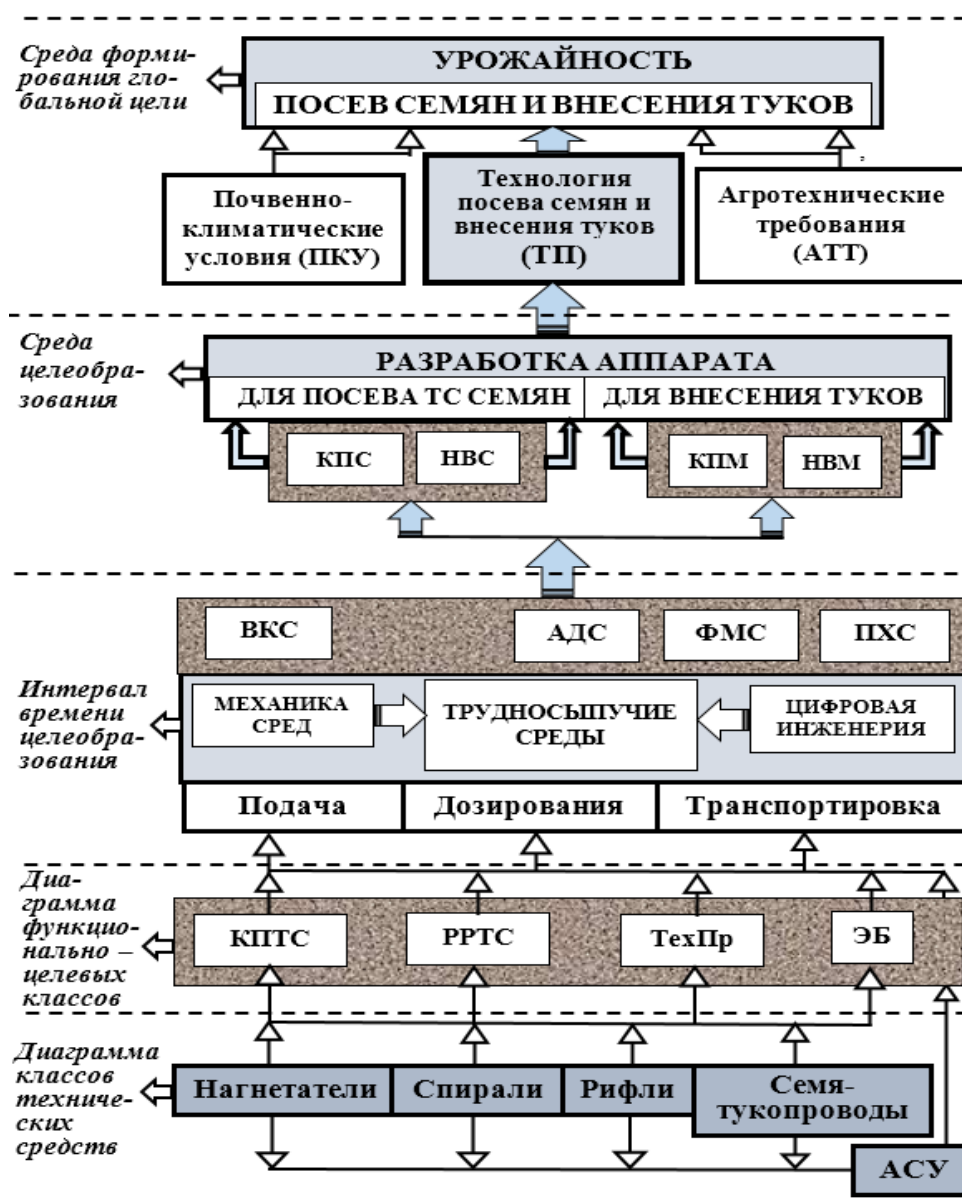


Рисунок 3 – Объектно-целевая диаграмма разработки аппаратов для посева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений.

Глобальная цель формируется видом конечной цели, а именно, урожайностью кормовых культур, как интегральный показатель, зависящий от накладываемых ограничений: применяемой технологии посева (ТП) семян и внесения туков, почвенно-климатических условий (ПКУ) и агротехнических требований (АТТ). Основной средой целеобразования является разработка винтового высевающего аппарата, которая оценивается качественными показателями выполнения технологического процесса (КПС) и нормой высева семян (НВС).

Аналогично оцениваются результаты по разработке аппарата для внесения туков (КПМ) и (НВМ).

На уровне наследования критериями оценки разрабатываемых аппаратов для семян и минеральных удобрений являются следующие показатели сред: аэродинамические свойства (АДС), прочностные характеристики (ПХС), физико-механические свойства (ФМС), геометрические размеры (ГРС), а также внутренний коэффициент трения (ВКС).

В основе *проектирования и разработки* любых технических средств, в том числе семя- и туковысевающих аппаратов, лежат *модели* процессов их взаимодействия с конкретными средами. В свою очередь, любая модель состоит из принятой *теории* описания процессов, т.е. *механики сред*. Применительно к рассматриваемым средам, теория должна базироваться на *механике сыпучих сред*. Вопросы разработки семя- туковысевающих аппаратов предполагают применения передовых *цифровых технологий*. Если добавить к этому использования современных компьютерных технологий на базе механики сред, то появляется возможность о поэтапном проектировании и создании высевяющих аппаратов на основе *цифровой инженерии*.

При выполнении процесса высева семян и внесения минеральных удобрений, осуществляются три функции работы с материалами: *подача, дозирования и транспортировка*, которые оцениваются функциональными показателями, такими как конструктивными параметрами (КПТС) и режимами работы (РРТС) применяемых технических средств, а также выполнение выбранного технологического процесса (ТехПр) с учетом экологической безопасности (ЭБ). На уровне декомпозиции применяемых технических средств формируется их перечень, а именно: *нагнетатели, спирали, рифли и семя- тукопроводы*. Отдельно отметим возможность использования системы автоматизированного управления процессом (АСУ).

Созданная объектно-целевая диаграмма разработки винтового высевяющего аппарата и аппарата высева минеральных удобрений, как составные части концептуального конструирования, показывают, что необходим не только комплексный подход, где учитывались бы технико-технологические и экономические требования, но и современный уровень развития научно-методологических основ проектирования. Так, если учитывать, что средами выступают несипучий материал, то механика сред будет базироваться на *теории сыпучих сред* с использованием *достижений современной цифровой технологии (инженерии)*, в том числе, программных средств концептуального *моделирования и проектирования*.

Закключение. Из предложенного подхода следует, что при разработке любой сельскохозяйственной машины, включая аппаратов для высева трудносыпучих семян и минеральных удобрений, требуется комплексный подход, который должен учитывать не только технические, технологические, экономические требования, но также актуальный уровень развития научно-методологических основ механики среды и прогресс развития цифровой инженерии, включая проектирование и концептуальное моделирование.

Представленная концептуальная модель проектирования дает возможность провести поэтапный анализ технологического процесса посева трудносыпучих семян и внесения минеральных удобрений, а также выделить основные цели и задачи на каждом этапе, что является фундаментальной основой разработки соответствующих аппаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воробьев, С.А. Земледелие: учебник для вузов [Текст] / С.А Воробьев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.
- 2 Вальков, В. Ф. Почвоведение: учебник [Текст] / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – 4-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт, 2016.
- 3 David, K. (2017). Cell division and cell differentiation. [Text] / K. David // In Elsevier eBooks (pp. 149–154). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394807-6.00117-9>.
- 4 Ospanova, S. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds [Text] / S. Ospanova, M. Aduov // Journal of Agricultural Engineering, 2024, 55(1), p.1556 [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2.\(117\).1358](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2.(117).1358).
- 5 Ahamed, M. S. Present status and challenges of fodder production in controlled environments: A review. [Text] / M. S. Ahamed // Smart Agricultural Technology, 3, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100080>

6 Оспанова, Ш.К. Обоснование механических параметров движения семян по винтовой спирали высевашего аппарата. [Текст] / Ш.К. Оспанова // Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета им. С.Сейфуллина, (междисциплинарный). - 2023. - №2 (117). - Ч.1. - С. 87-98.

7. Sadowska, J. The effect of seed size and microstructure on their mechanical properties and frictional behavior. [Text] / J. Sadowska // International Journal of Food Properties, 16(4), 814–825. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.567430>

8 Nukeshev, S. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material. [Text] / S. Nukeshev // Acta Technologica Agriculturae, 26(3), 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>.

9 Адуов, М. А. Результаты лабораторно-полевых испытаний сеялки с раздельным внесением семян и удобрений. [Текст] / М. А. Адуов // Научный журнал: Исследования, результаты. – Алматы, 2017. №3(75). ISSN 2304-334-02. С. 392-400.

10 Вдовкин, С. В., Совершенствование процесса формирования потока семян в высевашей системе комбинированного посевного агрегата: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01. - Саратов, [Текст] / С. В. Вдовкин // 2006. - 153 с. : ил.

11 Гради, Б. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений [Текст] / Б. Гради, А. Р. Максимчук, У. М. Энгл // пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2017. – 720 с

12 Максимов, В.П. Концептуальное конструирование орудий для основной обработки склоновых земель [Текст] / В.П. Максимов, А.Е. Ушаков // Вестник аграрной науки Дона, № 1 – 2020. С. 54-59.

13 Aduo, M. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds. [Text] / M. Aduov, S. Kapov, A. Orlyansky, K. Volodya // Journal of Agricultural Engineering. 2024. T. 55. №1. С. 1556.

14 М.А. Адуов. Инновационный патент 31106 РК, А01С 7/20. Высеваший аппарат [Текст] / М.А. Адуов, С.А. Нукушева, К. Володя; заявитель и патентообладатель АО «Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина» - 2015/0556.1; заявл. 16.04.2015; опубл.16.05.2016, бюл. №5 – 4с.:ил.\

15 Адуов, М.А. Анализ процесса работы высевашего аппарата для несыпучих семян кормовых культур [Текст] / М.А. Адуов и др. // Вестник науки Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2018. - №2 (97). - С.151-158.

16 Kumar, R., Govil, A., Daga, P., Goel, S., & Dewangan, S. (2022). Design of automatic seed sowing Machine for agriculture sector. Materials Today: Proceedings, 63, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.188>.

17 Nukeshev, S. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material. Acta Technologica Agriculturae, 26(3), 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>

18 Капов, С.Н. Концептуальные основы разработки противозерозионного орудия [Текст] / С.Н. Капов, А.В. Орлянский, А.Н. Петенев, А.А. Кожухов, П.А. Хаустов// Сельский механизатор, №12., 2021. С. 41-48.

REFERENCES

1 Vorob'ev, S.A. Zemledelie: uchebnik dlya vuzov [Текст] / S.A Vorob'ev [i dr.]. – М.: Agropromizdat, 1991. – 527 s.

2 Val'kov, V. F. Pochvovedenie: uchebnik [Текст] / V. F. Val'kov, K. SH. Kazeev, S. I. Kolesnikov. – 4-e izd., per. i dop. – М. :YUrajt, 2016.

3 David, K. (2017). Cell division and cell differentiation. [Text] / K. David // In Elsevier eBooks (pp. 149–154). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394807-6.00117-9>.

4 Ospanova, S. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds [Text] / S. Ospanova, M. Aduov // Journal of Agricultural Engineering, 2024, 55(1), r.1556 [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2.\(117\).1358](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.2.(117).1358).

5 Ahamed, M. S. Present status and challenges of fodder production in controlled environments: A review. [Text] / M. S. Ahamed // Smart Agricultural Technology, 3, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100080>

6 Ospanova, SH.K. Obosnovanie mekhanicheskikh parametrov dvizheniya semyan po vintovoy spirali vysewayushchego apparata. [Текст] / SH.K. Ospanova // Vestnik nauki Kazahskogo

agrotekhnicheskogo issledovatel'skogo universiteta im. S.Sejfullina, (mezhdisciplinarnyj). - 2023. - No2 (117). –CH.1. - S. 87-98.

7 . Sadowska, J. The effect of seed size and microstructure on their mechanical properties and frictional behavior. [Text] / J. Sadowska // International Journal of Food Properties, 16(4), 814–825. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.567430>

8 Nukeshev, S. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material. [Text] / S. Nukeshev // Acta Technologica Agriculturae, 26(3), 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>.

9 Aduov, M. A. Rezul'taty laboratorno-polevyh ispytaniy seyalki s razdel'nym vneseniem semyan i udobrenij. [Tekst] / M. A. Aduov // Nauchnyj zhurnal: Issledovaniya, rezul'taty. – Almaty, 2017. №3(75). ISSN 2304-334-02. S. 392-400.

10 Vdovkin, S. V., Sovershenstvovanie processa formirovaniya potoka semyan v vysewayushchej sisteme kombinirovannogo posevnogo agregata: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskix nauk: 05.20.01. - Saratov, [Tekst] / S. V. Vdovkin // 2006. - 153 s. : il.

11 Gradi, B. Ob'ektno-orientirovannyj analiz i proektirovanie s primerami prilozhenij [Tekst] / B. Gradi, A. R. Maksimchuk, U. M. Engl // per. s angl. – 3-e izd. – M.: Izd. dom «Vil'yame», 2017. – 720 s

12 Maksimov, V.P. Konceptual'noe konstruirovaniye orudij dlya osnovnoj obrabotki sklonovyh zemel' [Tekst] / V.P. Maksimov, A.E. Ushakov // Vestnik agrarnoj nauki Dona, № 1 – 2020. S. 54-59.

13 Aduo, M. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds. [Text] / M. Aduov, S. Kapov, A. Orlyansky, K. Volodya // Journal of Agricultural Engineering. 2024. T. 55. №1. S. 1556.

14 M.A. Aduov. Innovacionnyj patent 31106 RK, A01S 7/20. Vysewayushchij apparat [Tekst] / M.A. Aduov, S.A. Nukusheva, K. Volodya; zayavitel' i patentoobladatel' AO «Kazhskij agrotekhnicheskij universitet imeni S.Sejfullina» - 2015/0556.1; zayavl. 16.04.2015; opubl.16.05.2016, byul. №5 – 4s.:il.\

15 Aduov, M.A. Analiz processa raboty vysewayushchego apparata dlya nesypuchih semyan kormovyh kul'tu [Tekst] / M.A. Aduov i dr. //Vestnik nauki Kazhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im.S.Sejfullina (mezhdisciplinarnyj). - 2018. - №2 (97). - S.151-158.

16 Kumar, R., Govil, A., Daga, P., Goel, S., & Dewangan, S. (2022). Design of automatic seed sowing Machine for agriculture sector. Materials Today: Proceedings, 63, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.188>.

17 Nukeshev, S. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material. Acta Technologica Agriculturae, 26(3), 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>

18 Kapov, S.N. Konceptual'nye osnovy razrabotki protivooerozionnogo orudiya [Tekst] / S.N. Kapov, A.V. Orlyanskij, A.N. Petenev, A.A. Kozhuhov, P.A. Haustov// Sel'skij mekhanizator, №12., 2021. S. 41-48.

ТҮЙІН

Мақала борпылдақ тұқымдарды себуге және минералды тыңайтқыштарды енгізуге арналған аппараттарды әзірлей отырып, сепкіш кешенін жобалаудың көп сатылы міндетін іске асыру мәселелеріне арналған. Мұндай кешеннің конструкциясы, ол тапсырманы талдаудан бастап өндіріске енгізуге дейінгі көптеген кезеңдерден тұратын көп еңбекті қажет ететін процесс болып табылады. Ең көп еңбекті қажет ететін кезең жобалау болып табылады, мұнда жобалық зерттеулер негізінде техникалық шешімнің болашақ көрінісі анықталады. Бұл мәселе мақалада борпылдақ тұқымдарды себу мен минералды тыңайтқыштарды енгізудің құрылымдық, морфологиялық және техникалық талдау мен технологиялық процесін синтездеу кезеңдерін орындау тұжырымдамалық жобалау негіздерін қолдану арқылы шешіледі. Мұндай жобалау мен сепкіш кешенін құру аппараттардың белгілі бір ортамен өзара әрекеттесу процестерінің модельдеріне, атап айтқанда, орта механикасын құрайтын тұқымдар мен минералды тыңайтқыштарға негізделген. Аппараттарды тұжырымдамалық конструкциялау әдістемесін қолдану объектілі-мақсатты класс диаграммасы түріндегі құрылымдық-функционалдық модельді әзірлеу үшін тиісті диаграммаларды біріктіруге мүмкіндік берді. Сондықтан мұндай модель борпылдақ тұқымдарды себуге және минералды тыңайтқыштарды енгізуге арналған аппараттармен сепкіш кешенін құруға негіз болды.