

4. Ensuring economic security at different levels of economic management / Burkaltseva, D.D., Dudin, M.N., Reutov, V.E., Zinoviev I.F., Vorobyov Yu.N., Borsch L.M., Blazhevich O.G. Monograph. Simferopol: POLIPRINT. 2018.– 194 с. – ISBN: 978-5-6041133-5-6

5. Норец, Н.К. К вопросу о диагностике банкротства предприятий. // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2017.– № 2 (39).– С. 29–31.

6. Буркальцева, Д.Д., Овчинников, Р.А. Финансово-экономические механизмы: оценка имущественного состояния корпорации. // Сборник трудов Международной научной конференции.– 2018.– С. 345-350.

7. Блажевич, О.Г. Комплексная финансовая диагностика предприятия. // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2018.– № 1 (42).– С. 29–40.

8. Фотисаль: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fotisal.ru>

9. ООО «Винный дом Фотисаль» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.audit-it.ru/buh\\_otchet/9104000379\\_ooo-vinnyu-dom-fotisal](https://www.audit-it.ru/buh_otchet/9104000379_ooo-vinnyu-dom-fotisal)

10. Показатели деловой активности предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fin-admin.com/finansovyij-analiz/10-pokazateli-delovoj-aktivnosti-predpriyatiya.html>

## УДК 631.145

### К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ КОРНЕКЛУБНЕПРОДУКТОВ

**Брусенков А.В., к.т.н., Пучков Н.П., к.т.н., д.пед.н., профессор**  
*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
г.Тамбов*

**Ключевые слова:** измельчение корнеклубнепродуктов, математические модели процессов резания, управляемые факторы процесса, экспериментальные зависимости, минимизация энергозатрат.

**Key words:** root crops grinding; mathematical models of grinding processes; controllable factors of process; experimental dependencies; power inputs minimization.

**Аннотация:** исследуются вопросы нахождения оптимальных по энергозатратам режимов измельчения корнеклубнепродуктов в процессе приготовления кормов для сельскохозяйственных животных. Показана роль математического моделирования этих процессов и значимости математических курсов при подготовке специалистов по агротехнике для формирования способностей как математического моделирования, так и оптимиза-

ции технологических процессов. Дается оценка влияния конструктивных особенностей режущих инструментов оборудования для измельчения корнеклубнепродуктов на его энергопотребление.

**Summary:** the article examines the problems of finding optimal power input regimes for root crops grinding when preparing forages for livestock. The author shows the role of mathematical modeling of these processes and the importance of mathematical courses when forming agro-technicians' competence in mathematical modeling and the skills of technological process optimization. The paper analyzes how constructive peculiarities of blades of root crops grinding mills influence their power consumption.

Модернизация производственных процессов по переработке сельскохозяйственной продукции направлена на повышение производительности труда. В данном производственном процессе основная доля затрат приходится на энергию.

Проблемы оптимизации энергозатрат разрешаются в результате различного рода аналитических исследований соответствующих математических моделей. Поэтому разработчикам оборудования важно, как уметь строить такие модели, так и осуществлять их исследование математическими методами, в частности, находить адекватные исследуемым процессам аналитические зависимости, доступные для математического анализа. Такая проблема актуальна особенно на стадии подготовки специалистов в агроуниверситетах.

В настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях по выращиванию животных в большей степени используется оборудование для приготовления кормов, например, из корнеклубнепродуктов (свёкла, морковь, картофель) путём их измельчения до размеров, определяемых зоотехническими требованиями.

Измельчение является сложным энергоёмким процессом, на который оказывают влияние многочисленные факторы (в нашем исследовании их выделено порядка сорока [1]). Эти факторы можно условно разделить на:

- конструктивные особенности измельчающего устройства (форма, расположение режущего инструмента, его характеристики, ..., всего более 20);
- технологические особенности измельчающего устройства (скорость резания, сила продавливания, ..., всего 6 – 7);
- размерно-массовые характеристики корнеклубнеплодов перед измельчением (загрязнённость, влажность, прочностные свойства, ..., всего порядка 10).

Для определения степени влияния этих факторов на энергетические и качественные показатели измельчающего устройства строится математическая модель соответствующего технологического процесса.

Анализ упомянутых выше факторов позволил выделить так называемые управляемые (субъективно присущие переработке конкретной продукции) и неуправляемые (объективно существующие; их влияние оценено на основе теоретических расчётов или многолетнего опыта работы).

Многие исследователи в своих работах отмечают, что одной из основных оптимизируемых характеристик процесса измельчения является скорость резания, изменяющаяся, естественно, в зависимости от перерабатываемого материала в определённых пределах [2]. Поэтому, актуальна задача получения аналитического выражения, позволяющего оценить максимальную частоту вращения рабочего органа измельчителя и, соответственно, скорость резания. Такие результаты получены и продемонстрированы нами в работе [1].

Основными управляемыми факторами, влияющими на энергозатраты при измельчении являются прочностные свойства корнеклубнепродуктов и некоторые конструктивные особенности инструментов резки (угол заточки ножей, их ориентация по отношению предмета резки, взаимное их расположение).

Для оценки значимости обозначенных факторов на результаты процесса измельчения в ФГБОУ ВО «ТГТУ» одним из авторов разработана действующая лабораторная установка, позволяющая измерять напряжение сжатия и модуль упругопластических деформаций при различных значениях относительной линейной деформации исследуемого образца на примере корнеклубнеплодов [3]. Результаты используются при оптимизации энергозатрат на преодоление сил трения при продвижении корнеклубнеплодов через измельчитель.

На этой же установке проводились исследования зависимостей усилий резания от угла заточки ножей, их ориентации, геометрии взаимного расположения. Получены аналитические зависимости физико-механических свойств корнеклубнеплодов с конструктивными и режимными параметрами измельчителя и математическая модель, позволяющая определять максимальную частоту вращения рабочего органа измельчителя на основе принятых конструктивных параметров устройства, а также физико-механических и технологических свойств измельчаемого материала (коэффициенты трения, плотность, модуль упругопластических деформаций). Модель достаточно прозрачна и доступна для анализа на основе математических знаний, полученных на младших курсах вуза.

Затраты мощности на измельчение корнеклубнеплодов можно разделить на четыре этапа производства: подвод, резание, проталкивание и выгрузка. На каждом из них возможно обеспечение минимальных удельных затрат энергии за счёт снижения скоростных характеристик рабочих органов. Определение и поддержание минимальной скорости вращения рабо-

чего органа следует согласовывать с условиями обеспечения зоотехнических требований к продуктам производства (фракционный состав, размер частичек, однородность, влажность).

На этапе резания к числу значимых для минимизации энергозатрат факторов следует отнести: удельную линейную силу режущего инструмента (ножа), её зависимость от угла наклона ножа (влияет на процесс резания), угла заточки лезвия; величины расстояния между ножами, сопротивление резанию.

Рассматривая данную работу не только в свете источника модернизации сельскохозяйственного оборудования, но и как методическое пособие по овладению способностями к инновационной деятельности (а, следовательно, к модернизации) студентами агроуниверситетов, следует обратить внимание на вопросы использования математических методов в процессе проводимых исследований.

В частности (в плане выполненной данной работы):

1. При решении задач оптимизации непременно надо обладать способностями строить математические модели, направленные на определение зависимостей оптимизируемой величины (энергозатрат) от управляемых факторов (свойств перерабатываемых материалов, и некоторых параметров оборудования).

2. В случае многофакторности исследуемого процесса и наличия, вообще говоря, стохастической зависимости следует уметь выделять основные (наиболее значимые) факторы, используя известные в математической статистике методы [4].

3. Поиск аналитических зависимостей на основе экспериментальных данных (уравнений регрессии) и их исследований методами математического анализа. Эффективность этого этапа определяется уровнем взаимодействия математиков и инженеров, а в вузе – теснотой межпредметных связей фундаментальных и специальных дисциплин.

Подводя итоги вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Инновационная модернизация производственных процессов в АПК достаточно эффективна, если основывается на их оптимизации на основе методов математического моделирования, как процессов проектирования оборудования, так и его эксплуатации.

- Минимизацию энергоёмкости процессов измельчения корнеклубнеплодов следует осуществлять с учётом прочностных свойств перерабатываемого материала и конструктивных особенностей режущих инструментов, которые целесообразно предварительно исследовать в лабораторных условиях и использовать как управляющие параметры при выборе режимов измельчения.

- Основным оптимизируемым параметром процесса измельчения следует считать скорость резания, которая для достижения минимума энергоёмкости процесса должна быть наименьшей из всех, обеспечивающих выполнение зоотехнических требований к кормам.

- В процессе подготовки специалистов в агроуниверситетах необходимо в максимальной мере использовать межпредметные связи специальных и фундаментальных физико-математических дисциплин для формирования способностей инновационной модернизации сельскохозяйственного оборудования с целью оптимизации его ресурсного обеспечения.

### **Список использованной литературы**

1. Брусенков А.В. Разработка технологического процесса и устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцевым подпором: диссертация канд. техн. наук: 05.20.01 / Брусенков Алексей Владимирович, – Тамбов, 2015. – 222 с.

2. Курдюмов В.И. Энергосберегающая технология и средства механизации приготовления комбинированного силоса крупному рогатому скоту: диссертация докт. техн. наук: 05.20.01 / Курдюмов Владимир Иванович. – Рязань, 2002. – 383 с.

3. Патент №2618672 РФ, МПК G01N 3/40. Устройство для исследования прочностных свойств корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков – №2618672; заяв. 25.04.2016; опубл. 05.05.2017. Бюл. №13.

4. Пучков Н.П. Построение стохастических моделей в процессе производственно – экономического планирования / Н.П. Пучков // Формирование организационно – экономических условий эффективного функционирования АПК: Сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции, Минск: 25–26 мая 2017 / ред. кол. Гануш Г.И. [и др.]. – Минск: БГТУ, 2017. – с. 455 – 460.

### **УДК 330.34**

## **ВЛИЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА МОДЕРНИЗАЦИЮ АГРАРНОГО СЕКТОРА**

**Бугаева Т.Н., к.э.н., доцент**

*ИЭиУ КФУ им. Вернадского, г. Симферополь*

**Ключевые слова:** инвестиционный процесс, инвестиционная деятельность, аграрный сектор, модернизация сельскохозяйственного производства, государственная поддержка аграрной сферы.