



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «УГАТУ»)**

К. Маркса ул., д. 12, г.Уфа, 450008. Тел.: (347) 272-63-07(347); факс: 272-29-18, e-mail: office@ugatu.su; <http://www.ugatu.su>
ОКПО 02069438, ОГРН 1030203899527, ИНН/КПП 0274023747/027401001

17.01.2020 № 021/00001/20

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Уфимский
государственный авиационный
технический университет»

Д.Т.Н. профессор

Р.Д. Еникеев

2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Вараница-Городовской
Жанны Игоревны «Модели и алгоритмы оптимизации трудозатрат в
аграрном производстве», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 –
Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

Актуальность исследования. Современное состояние аграрной сферы характеризуется тем, что в производстве наблюдается сокращение трудовых ресурсов, что, прежде всего, связано с развитием технологий и стремлением руководителей предприятий оптимизировать кадровый состав. При этом в условиях сокращения сельского населения, его старения, стремительного развития новых технологий, сезонности выполнения работ необходимо решить задачи прогнозирования и оптимизации участия товаропроизводителей в производственных процессах по обеспечению населения продовольственной продукцией. Для решения таких задач в условиях сильного воздействия на производственные процессы большого количества внешних факторов эффективным инструментом являются методы математического моделирования с учетом неопределенных параметров, алгоритмизации и проектирования специализированных программных комплексов.

Следует иметь в виду, что трудозатраты, связанные с производством сельскохозяйственной продукции, являются сложной категорией, поскольку они характеризуются сезонностью, разнообразием сельскохозяйственных культур, уровнем технологических процессов, условиями труда, природно-климатическими факторами и другими особенностями.

Таким образом, разработка инструментов для моделирования трудозатрат с целью повышения эффективности управления аграрного производства имеет научно-практическое значение.

Целью диссертационной работы является построение математических моделей, численных алгоритмов и разработка программного обеспечения для оптимизации трудозатрат при производстве аграрной продукции, что необходимо для управленческой деятельности товаропроизводителей.

В работе автором сформулированы и решены следующие задачи:

1) собраны и систематизированы данные годовой отчетности о трудовых ресурсах и трудозатратах для определения особенностей изменчивости многолетних рядов трудовых ресурсов разных по размерам групп аграрных предприятий региона (микро, малые, средние и крупные);

2) построены адекватные модели прогнозирования численности трудоспособного сельского населения региона и муниципальных районов;

3) проанализированы тенденции изменчивости трудозатрат на производство основных видов аграрной продукции и построены соответствующие модели для прогнозирования и вероятностной оценки;

4) разработаны модели параметрической оптимизации трудозатрат для разных групп товаропроизводителей с интервальными и вероятностными коэффициентами при неизвестных в целевой функции и ограничениях и предложены численные алгоритмы для их реализации;

5) разработан программный комплекс для моделирования трудозатрат в аграрном производстве региона, с помощью которого реализованы модели для разных по размерам аграрных предприятий.

В соответствии с целью и поставленными задачами построена структура диссертационной работы, которая состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 165 наименований. Общий объем работы составляет 172 страницы. В нее входят 20 таблиц, 24 рисунка и 17 приложений.

Во введении приведена цель, задачи исследования, научная новизна, информационная база, применяемые методы, практическая значимость, апробация работы и ее краткое содержание.

Первая глава «Математические и информационные технологии оценки изменчивости трудовых ресурсов в аграрном производстве» состоит из четырех разделов. В первом разделе на основе данных Иркутской области и муниципальных районов получены трендовые и авторегрессионные модели прогнозирования сельского населения, трудоспособного сельского населения и сельского населения старше трудоспособного возраста. Кроме того, построены модели динамики изменения показателей естественного движения сельского населения. Аналогичный анализ осуществлен для оценки роста и убыли трудоспособного сельского населения по муниципальным районам. Показана адекватность выделенных для прогнозирования моделей. Между тем они могут быть рекомендованы для прогнозирования с шагом 1-2 года. В табл. 1.5 обобщены виды аналитических зависимостей для практического использования, среди которых выделяются гиперболические зависимости с верхними и нижними оценками. Второй раздел первой главы посвящен трудозатратам на производство основных видов животноводческой и растениеводческой продукции. Автором проделана большая работа по сбору данных о трудовых затратах за период 2006-2017 гг. на основе отчетности о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса Иркутской области по группам предприятий: микропредприятия, малые, средние и крупные. Предложен алгоритм статистической оценки изменчивости трудозатрат на производство основной сельскохозяйственной продукции для групп предприятий, особенностью которого является определение изменений количества предприятий в группах, оценка средних экстремальных значений трудозатрат в группах для применения в трендовых гиперболических моделях. На основе алгоритма показано, что наиболее стабильными являются крупные предприятия, а наибольшей нестабильностью характеризуются микропредприятия. В третьем разделе согласно анализу прикладных задач математического программирования в условиях неопределенности оценены возможности применения оптимизации трудозатрат с учетом особенностей разных групп предприятий. Четвертый раздел посвящен анализу программных комплексов и информационных систем, на основании которого предложены основные функции программного комплекса моделирования трудозатрат в условиях неопределенности.

Вторая глава «Математическое обеспечение оптимизации трудозатрат аграрными предприятиями региона» состоит из четырех разделов. В первом разделе приводятся обоснования использования параметрической задачи математического программирования для минимизации трудозатрат. Предлагается модель, в которой коэффициенты целевой функции и левых частей ограничений,

характеризующие трудозатраты, урожайность сельскохозяйственных культур и объемы производства продукции, могут быть описаны регрессионными зависимостями в виде линейных, экспоненциальных и гиперболических функций с нижними и верхними оценками, а также в виде авторегрессионных выражений. Безусловно, предложенная модель частично уменьшает неопределенность и позволяет осуществлять планирование трудозатрат на производство основной аграрной продукции с упреждением 1-2 шага. Между тем часть коэффициентов при неизвестных ограничениях и целевой функции остаются неопределенными, поэтому в разделе 2.2 приведены модели параметрического программирования с интервальными и случайными величинами. При этом выделено два варианта моделей – с зависимыми и независимыми показателями. В первом случае коэффициенты при неизвестных в целевой функции и ограничениях не связаны регрессионными выражениями друг с другом, а во втором - такие связи имеют место. В частности, приведен пример линейной связи между урожайностью сельскохозяйственных культур и трудовыми затратами. Очевидно, что предложенные модели в большей степени приближены к реальным ситуациям по сравнению с детерминированными задачами математического программирования. Во втором разделе второй главы обобщены законы распределения вероятностей, описывающие климатические параметры, трудозатраты на производство аграрной продукции и урожайность сельскохозяйственных культур. Обосновано предлагается использовать модели с интервальными параметрами в случае недостаточного числа данных и их неоднородности в отличие от задач со случайными величинами. В разделе 2.3 показано, что в условиях сильных внешних воздействий на аграрное производство наблюдаются значительные потери, наносимые деятельностью товаропроизводителя. Имеют место значительные отклонения трудозатрат, урожайности, объемов производства продукции от полученных трендов. Поэтому предложена стохастическая модель оптимизации трудозатрат с учетом неблагоприятных климатических условий. В этой модели случайными величинами являются коэффициенты при неизвестных целевой функции и левых частях ограничений. Для решения задачи оптимизации трудовых затрат с учетом неблагоприятных климатических событий предварительно оцениваются вероятности климатических показателей (температуры, осадков), характеризующих внешние условия. В работе приведен пример определения вероятностей параметров, характеризующих сильную засуху. Предложенный подход к оптимизации трудозатрат в условиях маловероятных событий вполне оправдан, позволяя описывать ситуации аграрного производства в условиях природных рисков, что очень актуально в эпоху изменчивости климата. И, наконец, в разделе 2.4 приведена модель

параметрического программирования, в которой трудозатраты зависят от производственно-экономических и климатических факторов. Поскольку климатические факторы являются случайными, то оптимальные решения задачи связаны с вероятностями. В этой ситуации интерес вызывают результаты моделирования для благоприятных, неблагоприятных и усредненных условий. Приведены примеры двухфакторных линейных регрессионных выражений. Приведенные во второй главе научные результаты обоснованы, что позволяет использовать предложенные модели в качестве математического обеспечения в программном комплексе.

Третья глава «Программный комплекс моделирования трудозатрат для аграрных предприятий региона» посвящена созданию алгоритмического, информационного и программного обеспечения программного комплекса оптимизации трудозатрат. В первом разделе третьей главы приведены алгоритмы решения детерминированной задачи параметрического программирования и задачи параметрического программирования с интервальными и случайными величинами. Результатом реализации первого алгоритма являются три оптимальных решения, основанные на точечном и интервальном прогнозах коэффициентов при неизвестных целевой функции и левых частях ограничений. Во втором случае при использовании задачи с интервальными параметрами определяются оптимальные решения, соответствующие наибольшему, наименьшему и медианному значению целевой функции. Если показатели модели являются случайными, то результат моделирования - распределение значений целевой функции и соответствующие оптимальные планы. Для решения задач параметрического программирования с неопределенными коэффициентами при неизвестных целевой функции и ограничений широко использован эффективный в данном случае метод Монте-Карло. Предложенные численные алгоритмы убедительны для реализации разработанных моделей оптимизации трудозатрат, приведенных во второй главе. В разделе 3.2 описан программный комплекс, приведена функциональная модель и модель данных, охарактеризован интерфейс. Третий раздел третьей главы посвящен работе программного комплекса. Приведены результаты моделирования трудозатрат для одного из предприятий, входящего в группу (микрохозяйства, малые, средние, крупные). Для микрохозяйства решена экстремальная задача с интервальными коэффициентами; для малого предприятия – задача параметрического программирования с детерминированными показателями; для среднего хозяйства – задача параметрического программирования с вероятностными величинами с зависимыми и независимыми показателями; для крупного предприятия - задача

параметрического программирования с вероятностными величинами. Кроме этого, приведены результаты моделирования трудозатрат для среднего предприятия в условиях маловероятной засухи. Полученные оптимальные решения способствуют эффективному управлению трудозатратами на производство основных сельскохозяйственных культур. В ряде случаев возможно уменьшение трудовых затрат на уровне 30% без уменьшения объемов производства. Таким образом, созданный программный комплекс способствует решению сложных задач оптимизации трудозатрат в условиях неопределенности.

На основе приведенного анализа разделов диссертации можно сделать заключение, что сформулированные в работе **научные положения** являются обоснованными.

Во-первых, разработаны детерминированные модели параметрического программирования с линейными и нелинейными выражениями коэффициентов при неизвестных целевой функции и ограничений для оптимизации трудозатрат на производство аграрной продукции для разных по численности работников групп предприятий, приведенные в разделе 2.1 и реализованные с помощью программного комплекса (раздел 3.3).

Во-вторых, предложены модели параметрического программирования с независимыми и зависимыми коэффициентами при неизвестных левых частях ограничений в условиях неопределенности для оптимизации трудозатрат на производство аграрной продукции (раздел 2.2), которые применены для среднего и крупного предприятий (раздел 3.3).

В-третьих, предложена модель оптимизации трудозатрат в условиях проявления маловероятных климатических событий и алгоритм ее реализации с использованием метода статистических испытаний (раздел 2.3) с применением к задаче оптимизации трудозатрат в условиях сильной засухи (раздел 3.3).

В-четвертых, для решения предложенных задач математического программирования в условиях неопределенности создано алгоритмическое и информационное обеспечение программного комплекса моделирования трудозатрат для получения аграрной продукции на предприятиях с разной численностью работников (разделы 3.1 и 3.2).

В дополнение к математическому и алгоритмическому обеспечению определены адекватные аналитические функции для построения трендов, авторегрессионных выражений производственно-экономических показателей, а также предложены законы распределения вероятностей для климатических факторов, трудозатрат и урожайности сельскохозяйственных культур. Такой глубокий анализ многолетних рядов различных показателей, по нашему мнению, также представляет собой научную новизну работы.

Значимость для науки работы заключается в разработке прикладных моделей параметрической оптимизации трудозатрат на производство аграрной продукции с интервальными и случайными коэффициентами при неизвестных в целевой функции и левых частях ограничений, предложенных численных алгоритмов реализации математических моделей и программного обеспечения для эффективного управления аграрным предприятием.

Практическое значение работы заключается в использовании предложенных моделей, алгоритмов и программного комплекса для прогнозирования и оптимизации трудозатрат на производство основных видов аграрной продукции в рамках выделенных групп предприятий. Разработки реализованы для ООО «Еланское», ООО «Авангард», ЗАО «Иркутские семена» и ЗАО «Железнодорожник» с определением оптимальных планов при минимизации трудозатрат на производство. Предложенные модели и алгоритмы и результаты моделирования используются в дисциплинах, связанных с математическими и информационными технологиями, преподаваемых для магистрантов и бакалавров по направлениям «Прикладная информатика», «Менеджмент» и «Экономика», а также аспирантов по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Степень достоверности результатов исследования.

Достоверность полученных результатов диссертационного исследования подтверждается корректным использованием методов имитационного моделирования, теории вероятностей и математической статистики, прогнозирования и математического программирования. Проведенные автором эксперименты и апробация на реальных примерах подтвердили работоспособность предложенных моделей, алгоритмов и программного комплекса.

Результаты диссертационного исследования обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях, опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Разработанные модели оптимизации трудозатрат, в том числе с учетом природных рисков, алгоритмы их реализации, связанные с управлением производством аграрной продукции, рекомендованы министерством сельского хозяйства Иркутской области для использования предприятиями

агропромышленного комплекса. Предложенные прогностические функции и модели оптимизации трудозатрат могут использоваться в других регионах России. Результаты работы применимы в учебном процессе в дисциплинах, связанных с математическими и информационными технологиями.

Замечания.

1. В первой главе большое внимание уделено построению моделей прогнозирования численности сельского населения разных групп (раздел 1.1), однако, результаты моделирования недостаточно согласованы с основными выводами работы.

2. Не совсем удачно название второй главы «Математическое обеспечение оптимизации трудозатрат аграрными предприятиями региона», скорее «...аграрных предприятий региона».

3. В разработанных моделях используются прогностические значения на 1 -2 шага. Возможно ли их использование при большем значении упреждения, что имеет значения в эпоху интенсификации производства продукции?

4. При решении задач параметрического программирования с интервальными и случайными величинами использован алгоритм с заданным числом итераций (рис. 3.2, с. 105), как правило, 100 (с.120). При этом отсутствует обоснование, почему выбрано именно такое количество итераций.

5. Непонятно, как будет пополняться база данных программного комплекса оптимизации трудозатрат?

6. В тексте диссертации в оглавлении пропущен параграф 1.3, который имеется в работе.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационного исследования и не влияют на общую положительную оценку.

Заключение. Работа Вараница-Городовской Жанны Игоревны представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-исследовательскую работу на актуальную тему по заявленной к защите специальности. В ней проведено комплексное исследование проблемы оптимизации затрат труда на производство аграрной продукции в условиях неопределённости с использованием адекватных методов исследования математических моделей и созданного программного комплекса для повышения эффективности управления предприятием. Автореферат соответствует диссертационной работе. Выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, достаточно обоснованы. Результаты исследований соответствуют пунктам 2, 4 и 5 паспорта специальности 05.13.18.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Вараница-Городовская Жанна Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (протокол № 13 от 27 марта 2020 года).

Отзыв составлен:

д.т.н., профессор Юсупова Н.И.,
зав. кафедрой вычислительной
математики и кибернетики ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный авиационный
технический университет»

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации

д.т.н., доцент Шерыхалина Н.М.,
профессор кафедры вычислительной
математики и кибернетики ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный авиационный
технический университет»

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО УГАТУ)

Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

Тел.: +7 (347) 273-79-27

E-mail: office@ugatu.su

Web сайт: <http://ugatu.su/>