

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА

Вступительного экзамена по специальной дисциплине для поступающих
в аспирантуру по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

2019

Рекомендовано научно-методическим советом агромеханического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Протокол № 6 от 27. 02. 2019 г.

Составители: д-р техн. наук, проф. Шило Иван Николаевич,
канд. техн. наук, доц. Ловкис Виктор Болеславович,
д-р техн. наук, проф. Чеботарев Валерий Петрович,
д-р техн. наук, проф. Китун Антон Владимирович,
д-р техн. наук, проф. Леонов Андрей Николаевич,
канд. техн. наук, доц. Жданко Дмитрий Анатольевич.

ВВЕДЕНИЕ

Цель программы – определить уровень знаний поступающих в аспирантуру по существующим и перспективным технологиям и средствам механизации сельскохозяйственного производства. Программа включает следующие разделы:

- средства механизации растениеводства;
- проектирование механизированных работ в растениеводстве;
- инженерная служба и анализ использования машинно-тракторного парка;
- технологии и механизация процессов в животноводстве и птицеводстве;
- автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве;
- энергосбережение в сельскохозяйственном производстве;
- основы научных исследований.

Раздел 1. Средства механизации растениеводства

1.1. Механизация обработки почвы. Почва как объект механической обработки: строение, фазовый состав, классификация по механическому составу, физические свойства (влажность, скважность, плотность, каменистость), технологические свойства (сопротивление различным видам деформации, твердость, липкость, пластичность, упругость, вязкость, хрупкость, фрикционные, абразивные).

Механическая обработка почвы: технологические операции, процессы, виды и системы обработки почвы. Классификация почвообрабатывающих машин.

1.2. Почвообрабатывающие машины и орудия для основной обработки почвы. Агротехнические требования к обработке почвы. Классификация почвообрабатывающих машин.

Лемешные плуги, лущильники: типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройка на заданные режимы в зависимости от условий эксплуатации. Контроль качества. Рабочие и вспомогательные органы и механизмы плугов: назначение, типы, конструкция, принцип работы, основные параметры, установка на раме.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин как разновидности клиньев: типы, основные конструктивные элементы, параметры, взаимодействие с почвой. Лемешно-отвальная поверхность: принципы построения, классификация, параметры, характер взаимодействия с пластом. Операции технологического процесса всенашки (резание, оборот, рыхление). Виды всенашки. Силовые характеристики плугов и их рабочих органов: удельное сопротивление почвы, тяговое сопротивление и КПД плуга, условия равновесия плугов.

Чизельные орудия (плуги, глубокорыхлители, щелеватели, культиваторы): типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе,

регулирование, контроль качества. Рабочие органы чизельных орудий: типы, особенности конструкции, основные параметры и режимы работы.

1.3. Машины и орудия для поверхностной и предпосевной обработки почвы. Культиваторы для сплошной и междурядной обработки почвы и зубовые бороны: типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе; настройка на заданные режимы в зависимости от условий эксплуатации. Контроль качества. Пассивные рабочие органы (зубья, лапы, ножи): типы, область применения, конструкция, основные параметры, принцип работы. Зона деформации почвы зубьями и рыхлительными лапами, расстановка на раме, силовые характеристики. Резание лезвием: режимы, силы сопротивления.

Дисковые орудия: типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройка на заданные режимы в зависимости от условий эксплуатации. Контроль качества. Рабочие органы дисковых орудий: типы, область применения, конструкция, основные параметры, принцип работы, установка на раме, силовые характеристики.

Почвообрабатывающие машины с активными рабочими органами (фрезы, вертикально-роторные рыхлители): типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройка на заданные режимы в зависимости от условий эксплуатации. Контроль качества. Ротационные рабочие органы: типы, особенности конструкции, кинематика, основные параметры и режимы работы, силовые характеристики. Меры безопасности.

Катки: типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, контроль качества. Рабочие органы катков: типы, конструкция, конструктивные параметры и режимы работы, силовые характеристики.

Машины для почвозащитной системы земледелия. Виды эрозии. Методы защиты почв от эрозии. Основные приемы и типы рабочих органов для защиты почв от эрозии. Общее устройство и рабочий процесс машин. Подготовка к работе, регулирование, контроль качества.

Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты: преимущество, типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройка на заданные режимы в зависимости от условий эксплуатации. Контроль качества.

Минимальная обработка почвы и защита от эрозии. Основные типы машин и орудий для минимальной обработки почвы. Общее устройство и рабочие процессы чизельных плугов и культиваторов, плоскорезов и других орудий.

1.4. Машины для внесения удобрений. Механизация применения удобрений. Виды удобрений и их технологические свойства. Потенциальная опасность последствий применения минеральных удобрений. Экологические и экономические аспекты применения удобрений. Способы подготовки и внесения твердых и жидких форм удобрений.

Машины для внесения минеральных удобрений. Классификация, типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройки и регулировки, контроль качества. Рабочие органы машин для внесения минеральных удобрений: типы, конструкция, рабочий процесс, применение.

Внутрипочвенное внесение удобрений. Особенности конструкций машин для внесения пылевидных удобрений.

Технологический процесс дискового центробежного распределителя (условие и скорость схода частиц с диска, ширина захвата).

Меры безопасности при эксплуатации машин для внесения минеральных удобрений.

Машины для внесения твердых органических удобрений. Типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройки и регулировки. Контроль качества. Рабочие органы машин для внесения удобрений: типы, конструкция, рабочий процесс, применение.

Скорость подающих транспортеров и анализ работы барабанных распределительных аппаратов (условие схода частиц с лопасти, скорость вращения, ширина захвата).

Меры безопасности при эксплуатации машин для внесения твердых органических удобрений.

1.5. Посевные машины. Технологические свойства посевного и посадочного материала. Способы посева и посадки сельскохозяйственных культур. Классификация посевных и посадочных машин.

Общее устройство и рабочий процесс сеялок для посева зерновых, технических и овощных культур.

Устройство основных рабочих органов и механизмов машин. Подготовка к работе и настройка сеялок на заданные условия работы. Основные регулировки. Контроль качества работы. Основы теории расчета питающих емкостей, высевающих аппаратов и сошниковых групп сеялок. Особенность конструкций пневматических высевающих аппаратов.

Вылет маркера. Системы автоматического контроля высева семян.

Комбинированные почвообрабатывающие-посевые агрегаты: преимущества, типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройки, контроль качества.

1.6. Посадочные машины. Типы, общее устройство и рабочий процесс картофелепосадочных машин. Устройство рабочих органов узлов и механизмов машин. Особенности устройства картофелепосадочных машин для яровизированного картофеля. Подготовка к работе и настройка картофелепосадочных машин. Основные регулировки. Согласование скорости высаживающих аппаратов и машины. Оценка и контроль качества посадки картофеля.

Рассадопосадочные машины: общее устройство, рабочий процесс и выбор кинематического режима. Подготовка к работе, настройка, контроль качества.

1.7. Механизация применения средств химизации в растениеводстве. Неблагоприятные факторы воздействия ядохимикатов для человека и окружающей среды. Методы защиты растений от болезней, вредителей и сорняков. Экологический и экономический аспекты применения ядохимикатов. Малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание. Перспективы развития конструкций опрыскивателей. Проблема охраны труда механизаторов и окружающей природной среды.

Машины и оборудование для приготовления маточных и рабочих растворов ядохимикатов.

Опрыскиватели. Общее устройство и рабочие процессы. Устройство насосов, пультов, управления, распылителей, эжекторов. Особенности устройства и работы объемных опрыскивателей. Подготовка к работе и настройка опрыскивателей на заданный расход ядохимикатов. Структура возможных потерь пестицидов и пути их уменьшения.

Требования к качеству работы полевых опрыскивателей. Оценка и контроль качества работы опрыскивателей. Оценка экономической эффективности применения ядохимикатов.

Протравливатели семян. Машины для протравливания семян. Машины и оборудование для обработки защитно-стимулирующими веществами клубней картофеля. Общее устройство, подготовка к работе и настройка на заданную норму расхода пестицидов. Меры безопасности.

1.8. Уборка и послеуборочная обработка зерновых и зернобобовых культур. Технологические свойства зерновых и зернобобовых культур. Технологии уборки, доработки и хранения урожая, Комплексы машин. Резервы и пути ресурсосбережения (снижение потерь зерна, потребления энергии). Особенности уборки семенных культур, низкорослых, полеглых и длинностебельных хлебов. Задачи послеуборочной обработки при заготовке фуражного и продовольственного зерна, подготовки семян.

Валковые жатки. Классификация по способам агрегатирования и валкообразования. Общее устройство и рабочие процессы валковых жаток. Устройство рабочих органов, вспомогательных узлов и механизмов привода жаток. Подготовка и настройка жаток на работу.

Настройки и контроль качества работы. Обоснование параметров рабочих органов (режущего аппарата, мотовила, подборщика) и режимов работы жаток.

Зерноуборочные комбайны. Общее устройство и рабочие процессы зерноуборочных комбайнов, Устройство жатки, молотильно-сепарирующих органов и копнителя. Гидравлические системы, механизмы управления и привода рабочих органов. Приспособления к комбайнам для уборки кукурузы, бобовых культур, подсолнечника, семенников трав и др. Подготовка и настройка комбайна на работу в зависимости от условий эксплуатации.

Требования к подбору валков, устройство барабанных и транспортерных подборщиков. Основные технологические регулировки. Оценка и контроль качества работы, Меры безопасности. Основы теории и расчета рабочих органов зерноуборочного комбайна (режущего аппарата, мотовила, молотильно-сепарирующего устройства, соломотряса).

Машины и приспособления для уборки незерновой части урожая. Технологии, способы уборки незерновой части урожая и комплексы машин. Общее устройство, рабочий процесс машин и приспособлений. Настройка машин на работу, Контроль качества работы. Меры безопасности.

Машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна. Физико-механические свойства зерновых смесей. Принципы разделения зерновых смесей на фракции. Зерноочистительные машины, агрегаты, зерносушильные

комплексы. Общее устройство и рабочий процесс зерноочистительного агрегата. Основные рабочие органы, узлы и агрегаты (устройство подачи, воздушная часть, решета, триеры и др.). Устройство специальных машин (сортировальные столы, электромагнитные семеочистители, горки и др.). Настройка зерноочистительных машин на заданные режимы. Контроль качества. Меры безопасности. Выбор и обоснование параметров и режимов работы воздушных систем, решет, триеров и др. зерноочистительных машин.

Машины и оборудование для сушки, консервирования и активного вентилирования. Способы сушки и консервирования. Основные типы машин и оборудования. Общее устройство и рабочий процесс. Основные рабочие органы, узлы и агрегаты. Настройка на работу. Основные регулировки. Контроль качества работы. Меры безопасности. Основы теории и расчета зерносушилок. Расчет количества удаляемой влаги, расхода агента сушки и топлива. Перспективы развития машин и оборудования для сушки и консервирования.

1.9. Уборка трав и силосных культур. Виды кормов, заготавливаемых из трав и силосных культур. Технологические свойства трав и силосных культур. Технология заготовки кормов из трав и силосных культур, комплексы машин.

Косилки, косилки-площилки, кормоуборочные комбайны. Типы машин. Общее устройство и рабочие процессы косилок и комбайнов. Устройство рабочих органов, вспомогательных узлов и механизмов. Подготовка к работе и настройка машин. Основные регулировки. Контроль качества работы. Меры безопасности. Основы теории и расчета параметров и режимов работы рабочих органов машин (режущих аппаратов косилок, мотовил, плюнцильных устройств, нитающих и измельчающих аппаратов и др.). Перспективы развития конструкций машин.

Грабли, ворошители, пресс-подборщики и другие машины для сбора, штабелирования, стогования и транспортировки прессованного и рассыпного сена, оборудование для досушивания сена активным вентилированием и химического консервирования сена повышенной влажности и силоса. Особенности конструкций рабочих органов и механизмов, рабочие процессы машин (грабель, пресс-подборщиков, подборщиков, копнителей и стогообразователей, прицепов-подборщиков, погрузчиков, транспортировщиков рулонов, устройств для внесения химических консервантов и др.). Подготовка к работе и настройка машин. Контроль качества работы машин. Меры безопасности. Элементы теории и расчета рабочих органов машин и режимов работы (параметры граблей, прессовальной камеры, плотности прессования и обматывающих аппаратов).

1.10. Уборка кукурузы на зерно. Технологические свойства кукурузы, способы уборки и комплекс машин. Общее устройство и рабочий процесс кукурузоуборочных комбайнов, початкоотделителей и молотилок. Основные рабочие органы, узлы и агрегаты кукурузоуборочных машин (делители, стеблеподъемники, початкоотделители, молотильно-сепарирующие устройства). Автоматизация контроля и регулирования работы

кукурузоуборочных машин. Настройка машин. Контроль качества работы. Меры безопасности.

Основы теории и расчета кукурузоуборочных машин. Выбор и обоснование параметров и режимов работы (подводящих устройств, режущих аппаратов и молотильно-сепарирующих устройств). Перспективы развития кукурузоуборочных машин.

1.11. Уборка и послеуборочная обработка корнеклубнеплодов. Физико-механические свойства корнеклубнеплодов. Технологии уборки, комплексы и классификация машин. Агротехнические требования к уборке картофеля и свеклы.

Картофелеуборочные машины. Общее устройство картофелеуборочных машин и рабочий процесс. Подготовка машин к работе, настройка, контроль качества. Рабочие органы картофелеуборочных машин: подкапывающие, сепарирующие, комкоразрушающие и ботвоудаляющие устройства. Конструктивные параметры подкапывающих рабочих органов. Загрузка и выбор параметров сепарирующих элеваторов, и скорости движения машины. Меры безопасности.

Машины для послеуборочной обработки картофеля. Типы машин. Общее устройство и рабочий процесс. Взаимосвязь технологических процессов, выполняемых рабочими органами картофелесортировальных пунктов. Настройка и контроль качества.

Машины для уборки свеклы. Типы машин. Общее устройство и рабочий процесс. Рабочие органы: ботвосрезающие аппараты, подкапывающие, сепарирующие. Конструкция, параметры, режим работы и настройка на режимы работы. Автоматизация контроля и управления. Оценка качества работы. Меры безопасности.

Перспективы совершенствования корнеклубнеуборочных машин.

1.12. Уборка льна. Технологические свойства льна. Технологии уборки, классификация машин.

Льноуборочные машины: типы, общее устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, настройки, контроль качества. Рабочие органы льноуборочных машин (делители, теребильные, очесывающие, обматывающие (вязальные) аппараты, обрачивающие устройства): типы, конструкция, рабочий процесс, основные параметры и режимы работы. Меры безопасности. Перспективы развития конструкций льноуборочных машин.

Пункты для сушки и послеуборочной обработки вороха: типы, назначение, состав, технологический процесс.

1.13. Уборка овощей, плодов и ягодных культур. Технологические свойства овощей и плодоягодных культур. Технологии уборки и комплексы машин. Общее устройство и рабочий процесс машин для уборки капусты, лука, столовых корнеплодов и др. Конструкция, режимы работы, регулирование. Оборудование пунктов для послеуборочной обработки и хранения овощей. Условия безопасной работы.

Машины для уборки плодов и ягодных культур. Общее устройство и рабочий процесс машин для уборки плодов и ягод. Конструкция рабочих

органов. Подготовка к работе, режимы работы, оценка качества. Меры безопасности.

1.14. Механизация культуртехнических работ. Средства механизации для проведения культуртехнических работ (расчистка земель от кустарника и мелколесья, корчевание, подбор древесных остатков и погрузочно-разгрузочные работы, удаление валунных и мелких камней, первичная всенака, разделка пласта, фрезерование, планирование поверхности, глубокое рыхление, прикатывание и др.). Типы машин, общее устройство и рабочие процессы. Устройство рабочих органов и вспомогательных узлов машин. Подготовка к работе и настройка. Основные настройки. Оценка и контроль качества работы. Элементы расчета параметров машин и их рабочих органов. Меры безопасности. Основные характеристики оросительной мелиорации (режимы орошения, способы и техника полива, орошение культурных участниц, дождевание, закрытые оросительные системы, открытые оросительные системы). Типы машин, общее устройство и рабочие процессы при поверхностном и подпочвенном орошении, дождевании. Устройство рабочих органов и вспомогательных узлов и механизмов. Подготовка к работе и настройка. Основные регулировки. Оценка и контроль качества работы. Элементы теории и расчета параметров машин. Интенсивность дождя. Условия равномерности полива, дальность полива. Меры безопасности.

Раздел 2. Проектирование механизированных работ в растениеводстве

2.1 Теоретические основы производственной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов

2.1.1 Основные термины и определения. Общая характеристика сельскохозяйственных агрегатов. Основные термины и определения: производственный процесс и операция, технологический процесс и операция, машинно-тракторный парк (МТП), комплексная механизация. Система машин как основа формирования состава МТП сельскохозяйственных предприятий. Основные принципы рационального построения производственных процессов.

2.1.2 Общая характеристика сельскохозяйственных агрегатов. Эксплуатационные показатели агрегатов. Эксплуатационные свойства и режимы работы двигателей мобильных агрегатов.

Эксплуатационно-технологические свойства рабочих машин. Полное и удельное тяговое сопротивление рабочих машин. Расчет сопротивления тяговых, тягово-приводных, самоходных, транспортных и находных агрегатов. Вероятностно-стохастический характер сил сопротивления машин. Влияние природных условий и режимов эксплуатации на силы сопротивления машин. Мощность, потребная для работы машин. Пути снижения тягового сопротивления и затрат мощности на работу машинно-тракторных агрегатов (МТА). Уравнение движения агрегата, силы, действующие на агрегат. Движущая сила МТА и ее пределы. Тяговый баланс агрегата. Влияние условий эксплуатации на тяговый баланс трактора. Баланс мощности МТА. КПД

агрегата, пути его повышения. Тяговая характеристика трактора, ее использование для эксплуатационных расчетов. Пути повышения эксплуатационных свойств агрегатов.

2.1.3 Комплектование агрегатов. Основные требования, предъявляемые к эксплуатационным качествам МТА. Факторы, учитываемые при составлении агрегатов. Выбор типа машин. Способы определения состава простого (тягового) агрегата. Особенности расчета пахотных, комбинированных, тягово-приводных, самоходных и транспортных агрегатов. Графический метод расчета агрегата.

Скоростные режимы работы агрегатов. Выбор оптимальных скоростей движения МТА. Определение показателей рациональности состава агрегата.

Составление агрегатов в производственных условиях. Способы соединения машин в агрегаты. Особенности комплектования пахотных, широкозахватных, комбинированных и транспортных агрегатов. Требования к устойчивости движения МТА. Техническая наладка агрегатов на регулировочной площадке и в поле. Маркеры и следоуказатели. Определение длины вылета маркера и следоуказателя. Передовой опыт по рациональному комплектованию агрегатов. Охрана труда при составлении агрегатов.

2.1.4 Кинематика агрегатов. Основные понятия и определения. Кинематические характеристики трактора агрегата и рабочего участка. Подготовка поля к работе агрегата.

Классификация поворотов агрегата. Условный радиус и расчет длины поворота. Ширина поворотной полосы

Виды и способы движения агрегатов. Их классификация. Коэффициент рабочих ходов. Оптимальная ширина загона. Анализ способов движения. Использование навигационных приборов по подготовке полей к работе.

2.1.5 Производительность агрегатов. Основные понятия и определения. Расчет производительности агрегата (по скорости движения и ширине захвата, тяговой мощности трактора и эффективной мощности двигателя). Баланс времени смены; его составляющие. Коэффициент использования времени смены, его анализ. Степень использования работоспособности агрегата. Пути повышения производительности МТА.

Понятие об условном тракторе и условном эталонном гектаре. Суммарный учет механизированных тракторных работ. Перевод физических объемов тракторных работ в условные эталонные гектары и физических тракторов в условные эталонные.

2.1.6 Эксплуатационные затраты при работе агрегатов. Виды эксплуатационных затрат при работе МТА. Расход топлива и смазочных материалов при выполнении механизированных работ. Расчет и анализ составляющих часового, сменного и гектарного расходов топлива и смазочных материалов при работе агрегатов. Пути снижения расхода топлива и смазочных материалов при работе агрегатов.

Затраты энергии при выполнении механизированных работ, их классификация. Расчет энергозатрат. Механический и энергетический коэффициенты полезного действия агрегата. Пути снижения энергозатрат.

Затраты труда (рабочего времени), пути их снижения.

Затраты денежных средств. Расчет эксплуатационных затрат, пути их снижения.

2.2 Транспорт в сельскохозяйственном производстве. Значение транспорта в сельскохозяйственном производстве. Виды транспортных средств. Эксплуатационные качества автомобильных и тракторных транспортных средств.

Классификация, перевозок грузов и дорог. Маршруты движения транспортных средств. Понятие о сездке и рейсе. Показатели использования транспортных средств, их анализ. Производительность транспортных агрегатов, пути ее увеличения. Определение объема транспортных работ и планирование перевозок. Особенности перевозки различных сельскохозяйственных грузов. Определение потребности в транспортных средствах.

Организация работы транспорта. Эффективность различных транспортных средств. Использование автопоездов и тракторных транспортных агрегатов, организация комбитрейлерных перевозок, особенность использования транспорта в зимних условиях.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ.

Учет и контроль работы транспортных средств. Определение основных технико-эксплуатационных показателей использования подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов.

2.3 Техническое обеспечение производства продукции растениеводства

2.3.1 Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур. Перспективные направления механизации сельскохозяйственного производства на базе современных достижений научно-технического прогресса и передового опыта. Актуальные проблемы использования машино-тракторного парка. Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов — основное условие повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве.

Роль инженерных кадров в интенсификации сельскохозяйственного производства, улучшении использования машино-тракторных агрегатов, внедрении прогрессивных технологий и передовых форм организации механизированных сельскохозяйственных работ.

2.3.2 Основы проектирования производственных процессов в растениеводстве

2.3.2.1 Особенности проектирования механизированных процессов в растениеводстве. Особенности проектирования механизированных процессов и факторы, влияющие на эффективность применения средств механизации. Эксплуатационные, ресурсные, экономические факторы и их оценочные показатели.

2.3.2.2 Критерии оптимизации производственных процессов. Методы проектирования поточных технологических линий. Критерии оптимизации производственных процессов. Принципы проектирования производственных

процессов. Расчет основного звена. Расчет обслуживающих звеньев с применением теории массового обслуживания.

2.3.2.3 Расчет состава и планирование работы машинно-тракторного парка. Исходная информация. Методы расчета состава МТП. Графический метод расчета состава МТП. Нормативный метод расчета состава МТП. Методические аспекты определения приоритетов технического оснащения сельского хозяйства в современных условиях.

2.3.3 Операционные технологии механизированных работ в растениеводстве. Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур. Итоговые показатели технологической карты.

Операционные технологии в растениеводстве. Агротехнические нормативы и допуски. Методика разработки операционно-технологических карт.

2.3.3.2 Приготовление и внесение удобрений. Способы и технологические схемы внесения удобрений. Агротехнические требования и комплекс машин для внесения органических и минеральных удобрений.

2.3.3.3 Механическая обработка почвы. Основные виды обработки. Лущение стерни и дискование почвы. Назначение, агротехнические требования, применяемые технические средства.

Вспашка, виды вспашки. Назначение, агротехнические требования, применяемые технические средства.

Культивация, боронование, прикатывание, полупаровая обработка, комбинированная обработка почвы, назначение, агротехнические требования, применяемые технические средства.

2.3.3.4 Посев и посадка сельскохозяйственных культур. Уход за посевами (посадками). Способы посева (посадки). Посев зерновых, зернобобовых и лубяных культур. Посадка картофеля. Посев пропашных культур.

Уход за посевами (посадками). Агротехнические требования. Применяемые технические средства.

2.3.3.5 Уборка сельскохозяйственных культур и послеуборочная обработка продукции.

Уборка зерновых и зернобобовых культур. Способы уборки.

Уборка незерновой части урожая. Способы уборки.

Послеуборочная обработка и хранение зерна.

Заготовка кормов из трав и силосных культур.

Уборка картофеля. Способы уборки.

Уборка льна. Способы уборки.

Уборка сахарной свеклы и кормовых корнеплодов.

Агротехнические требования. Применяемые технические средства.

2.3.3.6 Механизация мелиоративных и почвозащитных работ.

Понятие о мелиорации земель. Механизация строительства осушительных систем. Технология механизированных культуртехнических работ. Орошение сельскохозяйственных культур. Особенности использования МГА на мелиорированных землях и при почвозащитной системе земледелия.

Раздел 3. Инженерная служба и анализ использования машинно-тракторного парка

3.1 Анализ использования машинно-тракторного парка. Определение и анализ показателей оценки производственных условий и состава машинно-тракторного парка, показателей использования машинно-тракторного парка, показателей эффективности использования машинно-тракторного парка. Проблемы и пути улучшения использования сельскохозяйственной техники.

3.2 Инженерно-техническая служба по эксплуатации машинно-тракторного парка. Организационная структура инженерно-технической службы. Управление работой парка.

Оперативное управление работой МТП. Контроль за выполнением плановых заданий работы МТП. Оперативная корректировка планов и заданий. Взаимосвязь с ремонтными и другими обслуживающими предприятиями.

Управление постановкой машин на ТО.

Организация и контроль материально-технического снабжения. Техническая документация по эксплуатации машинно-тракторного парка. Порядок учета, ввода машин в эксплуатацию и их списание. Организация учебы и аттестации механизаторов.

Опыт передовых сельскохозяйственных предприятий по организации использования МТП, работы инженерно-технических служб.

Раздел 4. Технологии и механизация процессов в животноводстве и птицеводстве

4.1 Основные понятия и определения. Основные производственные процессы в животноводстве. Система машин для животноводства. Классификация ферм и комплексов. Машины и оборудование для механизации работ на животноводческих фермах и комплексах в зависимости от технологии содержания животных.

4.2 Механизация обеспечения оптимальных параметров микроклимата. Технические средства обеспечения оптимальных параметров микроклимата в животноводческих помещениях. Основы расчета вентиляции.

4.3 Механизация водоснабжения и автопоения. Оборудование для водоснабжения и автопоения. Особенности пастбищного водоснабжения.

4.4 Механизация заготовки и консервирования кормов. Способы заготовки и консервирования кормов. Механизация работ при силосовании и сенажировании. Машины и оборудование для внесения консервантов. Силосные и сенажные сооружения. Расчет потребности в кормах и вместимости хранилищ.

4.5 Механизация процесса кормления; зоотехнические требования, кормоприготовительные машины, технологии приготовления и раздачи кормов. Основы теории резания. Определение производительности и затрат

энергии измельчителями. Основы теории измельчения кормов. Теория молотковой дробилки. Основы технологического расчета молотковых дробилок. Комплекты машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов, проектирование комплекса машин для кормоприготовительных цехов. Дозирование кормов. Оценка точности дозирования. Основы теории смешивания. Оценка качества смешивания. Агрегаты и оборудование для приготовления комбикормов и травяной муки. Планирование и организация работ по приготовлению комбикормов.

4.6 Механизированные технологии удаления навоза. Классификация средств удаления навоза и основы расчета.

4.7 Доение и первичная обработка молока. Технология машинного доения, предъявляемые к ней зоотехнические требования, доильные аппараты. Комплекты машин для доения и первичной обработки молока, планирование и организация работ по доению и первичной переработке молока. Доильные установки. Охладители молока. Классификация и основные типы современного оборудования для охлаждения молока. Энергосберегающие технологии первичной обработки молока.

4.8 Технология содержания свиней. Приготовление влажных кормосмесей для свиней. Смесители с горизонтальной мешалкой и вертикальной мешалкой. Бункера для хранения и выдачи сухих комбикормов. Транспортеры для раздачи сухих комбикормов. Дозаторы кормов. Кормушки для мелкопорционного кормления свиней. Станочное оборудование для содержания свиноматок, поросят-отъемышей и свиней на откорме. Системы удаления навоза на свинокомплексах.

4.9 Технология содержания птицы на птицефабриках. Зоотехнические и технические основы проектирования комплекса машин и оборудования для механизации работ в птицеводстве. Основные работы. Технология содержания птицы на современных птицефабриках. Особенности технологического процесса на птицефабриках бройлерного (мясного) и яичного направления. Планирование и организация работ на механизированных птицефабриках.

Раздел 5. Автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве

5.1 Основы теории автоматического управления. Понятие автоматического управления, регулирования, контроля (автоматика телемеханика). Классификация систем автоматики. Схемы автоматики. Обобщённая функциональная схема. Обратная связь (назначение виды). Принципы построения САУ. Статические и динамические характеристики автоматики. Математическое описание элементов САУ. Передаточные функции звеньев и систем. Типовые динамические звенья. Понятие устойчивости автоматической системы, критерии устойчивости. Качество процесса регулирования. Объекты автоматизации (свойства). Понятие о законах регулирования. Классификация регуляторов их выбор.

5.2 Средства автоматики. Первичные измерительные преобразователи (характеристики, виды). Датчики перемещений. Датчики давления и силы. Датчики уровня. Датчики температуры. Датчики расхода. Усилительные устройства. Исполнительные механизмы.

5.3 Автоматизация типовых технологических процессов. Автоматическое регулирование глубины пахоты. Автоматическое регулирование глубины заделки семян. Автоматическое регулирование положения режущих аппаратов уборочных машин. Автоматическое вождение пахотного агрегата вдоль борозды. Автоматического вождения зерноуборочного комбайна. Автоматическое вождение свеклоуборочного комбайна по рядкам. Автоматическое регулирование загрузки сельскохозяйственных машин. Автоматизация контроля нормы высева семян. Автоматизация процесса создания микроклимата в сооружениях защищенного грунта. Автоматизация полива, приготовления и внесения растворов минеральных удобрений. Автоматизация технологических процессов в животноводстве.

Раздел 6. Энергосбережение в сельскохозяйственном производстве

6.1 Энергетические ресурсы. Истоцаемые и возобновляемые энергетические ресурсы. Условное топливо, энергетические ресурсы мира и Беларуси. Энергоемкость валового национального продукта и потребление энергии на душу населения. Удельные энергетические затраты на производство продукции сельхозпроизводства.

6.2 Возобновляемые источники энергии в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Классификация возобновляемых источников энергии. Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую, гелиотехнические системы для удовлетворения технологических и бытовых нужд сельского хозяйства. Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Ветроэнергетика и малая гидроэнергетика (потенциал установок и возможности использования их в Беларуси). Энергия биомассы, биогазовые установки. Использование естественного холода. Геотермальная энергия и тепловые насосы. Комбинированные системы теплохладоснабжения. Газогенераторные установки и устройства. Процессы газификации местных твердых видов топлив и горючих отходов сельскохозяйственного и промышленного производства. Биотопливо из продукции растениеводства.

6.3 Энергосберегающие технологии при производстве и переработке продукции растениеводства. Пути снижения энергозатрат при обработке почвы и посеве зерновых культур. Экономия жидкого топлива при уборке зерновых культур. Повышение эффективности работы зерносушильно-очистительного оборудования. Применение местных видов топлива при сушке зерна и других культур.

Энергосберегающие технологии заготовки кормов из трав и силосных культур. Технологические способы снижения затрат топлива при возделывании, уборке и хранении картофеля и овощей. Анализ технологий возделывания, уборки и первичной переработки льна по критерию энергосбережения. Энергосбережение при заготовке и переработке концентрированных кормов. Способы переработки зерна: измельчение, ционение, занаривание.

6.4 Снижение энергозатрат в животноводческих и птицеводческих помещениях. Пути снижения энергозатрат на создание микроклимата. Способы дополнительного утепления наружных ограждающих конструкций помещений. Пути совершенствования технологических процессов в молочном животноводстве. Использование теплоты удалаемого вентиляционного воздуха в отопительно-вентиляционных системах помещений. Энергосбережение при содержании свиней.

Типы теплообменных аппаратов. Конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов. Энергосбережение при охлаждении молока. Тепловые насосы и их использование в отопительно-вентиляционных системах. Пути повышения эффективности работы теплоутилизаторов отопительно-вентиляционных систем. Использование солнечной энергии в системах

теплоснабжения. Устройства контроля и автоматического удаления наледи с теплообменной поверхности теплоутилизатора.

6.5 Снижение энергозатрат в тепличных комбинатах. Назначение и типы теплиц для выращивания овощей. Системы отопления теплиц. Системы вентиляции теплиц. Существующие технологии выращивания овощей.

Пути снижения энергозатрат овощей. Снижение энергозатрат на выращивание рассады. Снижение энергозатрат на создание микроклимата в теплицах.

Расчет тепловой мощности системы отопления теплиц. Расчет энергозатрат на выращивание рассады. Пути повышения КИД котельных тепличных комбинатов. Пути снижения теплонапотерь в тепловых сетях.

6.6 Энергетический анализ. Энергетический анализ – инструмент для определения уровней научно-технического прогресса и разработки энергосберегающих технологий. Энергетическая оценка сравниваемых вариантов технологий (базового и нового). Определение полной энергоемкости продукции. Прямые удельные затраты энергии на выполнение технологического процесса: энергоемкость энергоносителей; энергоемкость средств механизации; энергоемкость семян, удобрений, кормов и других ресурсов; энергоемкость производственных зданий и сооружений; энергоемкость хранилищ, складов, траншей. Энергетический показатель технологического процесса.

Раздел 7. Основы научных исследований

7.1. Общие вопросы организации науки в РБ.

Научно-технические открытия, которые повлияли на развитие мировой цивилизации. Крупнейшие белорусские учёные-просветители XII – XIX веков. Глобальные научные проблемы, стоящие перед человечеством в XXI веке. Основные цели и задачи НАН Беларусь, ГКНТ РБ, ВАК РБ. Приоритетные научные проблемы, стоящие перед АПК Беларусь, на ближайшие 20 лет. Организационная структура науки НИРС в БГАТУ.

7.2. Обработка экспериментальных данных методами математической статистики.

Аналитические методы определения погрешности параметров технических систем, описываемых детерминированными и стохастическими закономерностями. Детерминированные («хорошо организованные») и стохастические («плохо организованные») технические системы. Теория вероятностей. Математическая статистика. Погрешность, обусловленная измерительным инструментом и стохастической природой явления. Алгоритм корректного оформления результатов научных и инженерных экспериментов.

Нормальный закон распределения и его значение для моделирования технических систем, генеральная совокупность и её параметры. Функция распределения плотности вероятностей. Генеральная совокупность. Нормальный закон распределения и его параметры: генеральное среднее, генеральная дисперсия. Выборка и её параметры: выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное стандартное отклонение, число степеней свободы выборочных параметров. Проверка случайных значений выборки на промах по критерию Смирнова – Граббса. Проверка случайных значений выборки на принадлежность их нормальному закону распределения по критерию Гири.

Выборочный метод оценки параметров генеральной совокупности, определение качества серийной продукции. Определение доверительного интервала генерального среднего по критерию Стьюдента. Определение доверительного интервала генеральной дисперсии (генерального стандартного отклонения) по критерию Нирсона. Определение качества серийной продукции по выборочным параметрам. Сравнение выборочных параметров 2-х выборок методом математической статистики по критерию Фишера и критерию Стьюдента. Сравнительная оценка однотипной продукции по качеству.

7.3. Моделирование и оптимизация однофакторных технических систем.

Метод наименьших квадратов Гаусса – Лежандра. Формулы для расчёта ортогонализирующих коэффициентов уравнения регрессии второй, третьей и четвёртой степени. Матрица планирования (предварительная обработка экспериментальных данных). Матрица моделирования (построение ортогонализированного уравнения регрессии и проверка его на статистическое качество). Оптимизация – расчёт оптимального значения управляющего фактора.

Расчёт экстремального значения параметра оптимизации. Расчёт абсолютной и относительной погрешности параметра оптимизации на всем факторном пространстве.

7.4. Многофакторное моделирование и оптимизация технических систем.

Центральный полный факторный эксперимент. Число опытов. Алгоритм построения плана эксперимента. Вывод уравнений для расчёта коэффициентов уравнения регрессии. Проверка уравнения регрессии на статистическое качество. Расчёт абсолютной погрешности параметра оптимизации.

Центральный дробный факторный эксперимент. Дробная реплика Генерирующее соотношение. Определяющий контраст. Главный определяющий контраст. Система оценок смещивания для сводного члена и линейных коэффициентов уравнения регрессии. Алгоритм построения плана эксперимента.

Стационарная зона. Метод крутого восхождения. Параметрическое уравнение крутого восхождения. Отличие крутого восхождения от крутого спуска. Определение момента прекращения крутого восхождения (спуска) и дальнейшая стратегия исследований.

Моделирование и оптимизация двухфакторных технических систем ортогональными моделями 2-го порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Вывод уравнений для расчёта величины звёздного плеча и ортогонализующего коэффициент. Матрица планирования для построения двухфакторного уравнения регрессии второго порядка (обработка экспериментальных данных). Матрица моделирования (построение уравнения регрессии и проверка его на статистическое качество). Расчёт оптимальных значений управляющих факторов. Расчёт экстремального значения параметра оптимизации. Расчёт абсолютной и относительной погрешности параметра оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

Раздел 1

1.1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Агроинженерия" / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин; [ред. Ю.А. Чичов]. – Москва: КолосС, 2008. – 816 с.

1.2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник для студ. вузов по агрономич. спец. / В.М. Халанский, И.В. Горбачев; [ред. Н.К. Петрова]. – Москва: КолосС, 2006. – 624 с.

1.3. Ключков, А.В. Зерноуборочные комбайны: учеб. пособие по спец. "Механизация с.-х. работ" / А.В. Ключков, А.В. Адась, В.А. Попов. – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 240 с.

1.4. Степук, Л.Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: конструкция, расчет, регулировки: учеб. пособие / Л.Я. Степук, В.Н. Дацков, В.Р. Петровец. – Минск: Цикта, 2006. – 448 с.

1.5. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин/ Е.С. Босой – М.: Машиностроение, 2006. – 615 с.

1.6. Петровец В.Р. Сельскохозяйственные машины: Практикум / В.Р. Петровец, Н.В. Чайчиц.– Минск: Ураджай, 2002. – 292 с.

Разделы 2 и 3

1 Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие /И.Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. –172 с.

2 Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов /НАН Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию; [редкол.: Ф.И. Привалов и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

3 Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве : учебное пособие / Г.Ф. Добыни [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. - 343с.

Раздел 4

4.1. Техническое обеспечение процессов в животноводстве: Учебник / В.К.Гриб, Л.С.Герасимович, С.С.Жук и др.; Под общ. ред. В.К. Гриба. – Минск: Бел.наука, 2004.– 831 с.

4.2. Техническое обеспечение процессов в животноводстве. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие /Ю.Т.Вагин, А.С. Добыниев, А.В.Кузьмицкий и др.; Под общей редакцией Ю.Т.Вагина.– Минск: Техноперспектива, 2007.–546 с.

4.3. Машины и оборудование в животноводстве: учеб. пособие /А.В.Китун, В.И.Передня, Н.Н.Романик.– Минск: ИВЦ Минфина, 2016.– 382 с.

Раздел 5

5.1. Автоматизация сельскохозяйственной техники. Краткий конспект лекций для студентов специальности 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства». – Мин., БГАТУ, 2003.

5.2. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для студентов ССУЗов. –Москва: Колос, 2005.

5.3. Загинайлов В.И., Шеповалова Л.Н. Основы автоматики. – М.: Колос, 2001.

Раздел 6

6.1. Баштовой В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие / В.Г. Баштовой. – Мин., 2000. – 36 с.

6.2. Поспелова Т.Г. Основы энергосбережения / Т.Г. Поспелова. – Мин.: УП «Технопринт», 2000. – 352 с.

6.3. Самойлов М.В. Основы энергосбережения: учебное пособие / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев. – Мин.: БГЭУ, 2002. – 200с.

6.4. Основы энергосбережения: учебное пособие / Б. И. Врублевский.(и др.). – Гомель, 2002. – 152 с.

6.5. Авдрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учебное пособие / А. А. Авдрижиевский, В.И. Волдин. – Мин.: Выш. школа, 2005. – 296 с.

6.6. Дацков В.Н. Возобновляемые источники энергии в ресурсосберегающих технологиях АПК: монография. – Барановичи: РУПП «Баранов, укрупн. тип.», 2003. – 184 с.

6.7. Шило И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства: монография / И.Н. Шило, В.Н. Дацков. – Мин.: БГАТУ, 2003. – 183 с.

6.8. Фролов А.В. Основы энергосбережения: учебно-методическое пособие / А.В. Фролов. – Мин.: Юнипак, 2005. – 112 с.

Раздел 7

7.1. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирования: методический комплекс / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис. – Минск: БГАТУ, 2010. – 276 с.

2. Леонов, А.Н. Основы научных исследований в примерах и задачах: учебно-методическое пособие / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под ред. А.Н. Леонова. – Минск: БГАТУ, 2013. – 136 с.

3. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирование: тестовые задания / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под ред. А.Н. Леонова. – Минск: БГАТУ, 2010. – 80 с.

Дополнительная

Раздел 1

1.1. Тарасенко, А.П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Механизация сел. хоз-ва" / А.П. Тарасенко; [ред. Н.К. Петрова]. – Москва: КолосС, 2008. – 232 с.

1.2. Устинов, А.Н. Сельскохозяйственные машины: учебник для ИПО / А.Н. Устинов. – 9–е изд., стереотип. – Москва: Академия, 2010. – 264 с.

1.3. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учебное пособие / под. ред. М.А. Новикова. – С11б.: Проспект Наука, 2011. – 208 с.

1.4. Ключков, А.В. Устройство сельскохозяйственных машин: учебное пособие / А.В. Ключков, Г.М. Новицкий. – Минск: РИПО, 2016. – 431 с.

Раздел 2,3

1. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум: учеб. пособие / Т.А. Непарко [и др.]; под. ред. Т.А. Непарко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 220с.

2. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебник /А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2012. – 512 с.

3. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 : в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 03.04.2017, № 242 // Консультант Плюс : Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2017.

4. Концепция системы машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства, первичной переработки и хранения основных видов сельскохозяйственной продукции до 2015 и на период до 2020 года : (рекомендации по применению) / Национальная академия наук Беларуси ; подгот. : В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : НАН Беларуси, 2014. – 138 с.

Раздел 4

4.1. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – Л.: Агронромиздат, 1985. – 640 с.

4.2. Гриб В.К., Жук С.С., Синкевич Н.Н. Механизация птицеводства. – Минск:Ураджай, 1997. – 229 с.

4.3. Короткевич А.В., Нагорский И.С. и др. Новые технологии и оборудование для приготовления кормов. – Минск: Ураджай, 1993. – 223 с.

4.4. Передня В.И. Механизация приготовления кормосмесей для крупного рогатого скота. – Минск: Ураджай, 1990. – 152 с.

4.5. Передня В.И. Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции. – Минск: НИЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132 с.

Раздел 5

5.1. Анхимюк В.Л., Онейко О.Ф., Михеев Н.Н. Теория автоматического управления. – Минск: Дизайн ГРО, 2000.

5.2. Справочное пособие по элементам и устройствам сельскохозяйственной автоматики / Под. ред. Бахана Н. И. – Мин.: Ураджай, 1989.

5.3. Шеновалов В.Д. Автоматизация уборочных процессов – М.: Колос, 1978.

5.4. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М.: Колос, 2002.

5.5. Бахан Н.И., Бородин И.Ф., Дробыниев Ю.В и др. Средства автоматики и телемеханики. – М.: Агропромиздат, 1992.

Раздел 6

6.1. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. – Мин. – 2004. – 212с.

6.2. Троцкая Т.П. Энергосберегающая технология сушки сельскохозяйственных материалов в озono-воздушной среде. – Мин. – 1997. – 56 с.

6.3. Основы энергосбережения: учебное пособие / Н. Г. Хутская [и др.]. – Мин.: Выш. школа, 1999. – 112 с.

6.4. Закон Республики Беларусь об энергосбережении // Энергоэффективность. – 1998. – №7. – с. 2-5.

6.5. Республиканская программа энергосбережения на 2006–2010 гг. – Мин., 2006. – 120 с.

6.6. Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства: Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007г. №3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2007. – №146. – с.5-10.

Раздел 7

1. Воробьёва, Ф.И. Информатика. MS Excel 2010: учебное пособие / Ф.И. Воробьёва, Е.С. Воробьёв – Казань: 2014. – 96 с.

2. Кирьянов, Д.В. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. / Д.В. Кирьянов. – «БХВ – Петербург», 2012. – 432 с.