

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ “АГРОФИЗИКА”

ВВЕДЕНИЕ

Агрофизика – наука о физических основах формирования урожая, продуктивности наземных агроэкосистем. Определение науки агрофизики: Агрономическая физика (Агрофизика) - наука, изучающая физические, физико-химические и биофизические процессы в системе “почва - растение – деятельный слой атмосферы”, основные закономерности продукционного процесса, разрабатывающая научные основы, методы, технические, математические средства и агроприемы рационального использования природных ресурсов, повышения эффективности и устойчивости агроэкосистем, земледелия и растениеводства в полевых и регулируемых условиях.

Современное состояние естественных наук, формирующих единую систему знаний о функционировании агроэкологической системы и методах управления ее продуктивностью. Значение агрофизики для понимания, анализа и управления биосферными процессами. Агрономическая физика, как самостоятельная область знаний, распространение её в нашей стране и за рубежом. Основатель современной школы агрофизиков - академик А.Ф.Иоффе. Вклад в дело развития агрономической физики выдающихся отечественных ученых: А.Г.Дояренко, А.Ф.Лебедев, А.Т.Морозов, А.Ф.Чудновский, С.В.Нерпин, А.Д.Воронин, А.М.Глобус. Современная российская школа, европейская (голландская и немецкая) и американская школы. Особенности подходов и развития.

Агрофизика состоит из трех основных разделов:(1) почвоведение и физика почв, (2) физические процессы в растениях, (3) физика приземного слоя атмосферы.

1. ПОЧВОВЕДЕНИЕ И ФИЗИКА ПОЧВ ГЛАВНЕЙШИЕ ТИПЫ ПОЧВ.

Слаборазвитые почвы. Проявление первичного почвообразования на земной поверхности. Роль микроорганизмов и низших растений в первичном почвообразовании. Распространение и свойства слаборазвитых почв. Особенности первичного почвообразования на разных горных породах. Слаборазвитые каменистые, песчаные, суглинистые и глинистые почвы в разных природных зонах.

Дерновые почвы. Формирование дерновых почв на карбонатных и бескарбонатных плотных породах. Дерново-карбонатные почвы. Дерновые кислые почвы. Дерновые почвы на рыхлых породах.

Гидроморфные почвы. Общие признаки и свойства гидроморфных почв. Грунтовое, внутрпочвенное и поверхностное избыточное увлажнение почв; кратковременное, сезонное и постоянное переувлажнение почв. Оглеение почв. Глей, его виды и проявление в разных почвах. Псевдоглей. Глеевые и глееватые почвы.

Болотные почвы. Распространение болотных почв в разных природных зонах. Происхождение болот и их типы. Верховые и низинные болота, плавни, мангры, марши. Особенности биологического круговорота веществ, водный, тепловой, воздушный и окислительно-восстановительный режим болот разных типов. Торфообразование и торфонакопление в разных типах болот. Типы и подтипы болотных почв, их диагностика, свойства. Гидрологическая роль болот. Заболочивание почв. Использование и мелиорация болотных и заболоченных почв.

Аллювиальные почвы. Особенности почвообразования в поймах: гидрологический режим, отложение аллювия в разных частях поймы. Особенности дельтового почвообразования. Типы и подтипы аллювиальных почв, их диагностика, генезис, свойства, особенности сельскохозяйственного использования. Особенности аллювиальных почв в разных природных зонах.

Криогенные почвы. Особенности почвообразования в условиях многолетней и длительной сезонной мерзлоты. Криотурбации. Особенности выветривания, биологического круговорота веществ, режимов почвообразования. Распространение криогенных почв.

Арктические почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, систематика, диагностика, свойства, генезис. Мерзлотная аккумуляция солей, карбонатов, железа. Пути хозяйственного использования арктических почв.

Тундрово-глеевые почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, систематика, диагностика, свойства, генезис, хозяйственное использование.

Подбуры. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, диагностика, свойства, генезис,

Подзолистые почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства. Подзолообразование, история его изучения, современные взгляды. Тропические и субтропические подзолистые почвы. Оподзоленность почв других типов. Особенности сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования подзолистых почв.

Подзолистые культурные почвы. Окультуривание подзолистых почв, его особенности для разных подтипов. Освоенные, окультуренные и культурные почвы.

Болотно-подзолистые почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования и мелиорации.

Бурые лесные почвы (буроземы). Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования.

Серые лесные почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Серые лесные глеевые почвы.

Черноземы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. "Русский

чернозем" В.В.Докучаева. Лесоразведение в степях. Борьба с эрозией. орошение черноземов.

Лугово-черноземные почвы. Лугово-черноземовидные почвы. Луговые темные черноземовидные почвы. Брюниземы. Черноземовидные почвы в тропиках и субтропиках.

Слитоземы (вертисоли).

Солончаки. Происхождение и аккумуляция солей в почвах. Распространение и провинции соленакопления. Засоление почв.

Распространение и условия образования, особенности биологического круговорота веществ и геохимии, особенности водного режима. Систематика, диагностика, свойства, генезис солончаков. Солончаки гидроморфные и автоморфные. Особенности сельскохозяйственного использования и мелиорации. Солончаковатые и солончаковые почвы. Систематика засоленных почв по степени и типу засоления. Вторичное засоление почв при орошении и борьба с ним.

Солонцы. Распространение, условия почвообразования, систематика, диагностика, свойства, генезис, использование и мелиорация. Солонцы автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные.

Солоди. Распространение, условия почвообразование, систематика, диагностика, свойства, генезис, использование и мелиорация. Осолоделые почвы.

Каштановые почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Лугово-каштановые почвы.

Бурые полупустынные почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Лугово-бурые полупустынные почвы.

Пустынные почвы. Типы пустынь, их распространение, ландшафтные особенности. Каменистые пустыни (гамады), песчаные пустыни, глинистые пустыни. Солевые коры в пустынях. Особенности пустынь в разных географических поясах и на разных континентах.

Серо-бурые пустынные почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Такыровидные пустынные почвы.

Такыры. Песчаные пустынные почвы. Лугово-пустынные почвы. Орошаемые почвы пустынь.

Сероземы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Лугово-сероземные почвы. Орошаемые сероземы и лугово-сероземные почвы.

Серо-коричневые почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Коричневые почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Желтоземы. Распространение, условия почво-образования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Желтоземы глеевые. Подзолисто-желтоземные почвы. Подзолисто-желтоземно-глеевые почвы.

Красно-бурые саванные почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Железистые тропические почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Панцире-образование в тропиках. Латеритные коры.

Красноземы. Распространение, условия почво-образования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Горные почвы. Особенности почвообразования в горных ландшафтах и их изменение с высотой. Высотная поясность почв в разных горных системах и разных природных зонах. Особенности строения, состава и свойств горных почв. Особенности сельскохозяйственного использования горных почв.

Вулканические почвы. Распространение вулканических почв. Особенности почвообразования на пирокластических породах. Особенности строения, состава и свойств вулканических почв. Особенности сельскохозяйственного использования вулканических почв.

Агрофизические свойства, процессы и сельскохозяйственное использование основных почвенных типов. Особенности агрофизических приемов.

Свойства почв, агрофизические свойства пахотного и подпахотного слоев. Современные представления о структуре почв. Структура твердой фазы почв, ее составляющие и функции. Гранулометрическая составляющая и ее влияние на физические свойства почв и протекающие в них процессы. Связь между гранулометрической, минералогической и химической структурных составляющих почв. Особенности кристаллической структуры глинистой фракции почв, ее влияние на свойства фракций и почвы в целом (емкость катионного обмена, поглощение воды, набухание). Взаимодействие поверхностей почвенных частиц с гумусовыми веществами, оксидами и гидроксидами железа, алюминия, кремния. Состав обменных катионов и его влияние на физические свойства почв и протекающие в них

процессы. Классификация почв по гранулометрическому составу как основа для их экспертной оценки агротехнической и гидромелиоративной оценки.

Агрегатная составляющая почв и ее значение для агрофизических свойств почв. Условия и механизмы связывания почвенных частиц и образования агрегатов. Распределение агрегатов по размерам, их состав и свойства. Агрономически ценный агрегатный состав (структура). Коркообразование на поверхности почв как следствие их дезагрегирования и неблагоприятного гранулометрического состава. Пути сохранения и улучшения агрономически ценной структуры почв. Пористость почв - результат дисперсности и агрегированности почв. Распределение пор по размерам и дифференциальная пористость пор. Межагрегатная (структурная) и внутриагрегатная (текстурная) пористость почв. Гидрологические и экологические функции пор. Агрономическая оценка пористости почв.

Плотность почв. Плотность твердой фазы почв. Плотность сложения сухой почвы как обобщенный показатель физического состояния почв. Равновесная плотность почв. Оптимальные показатели плотности сложения почв для основных возделываемых культур.

Оптимизация почвенного слоя по размеру агрегатов, порозности посевного и лежащего под ним слоев, дифференциация пахотного слоя по агрегатному составу и плотности. Комплексная агрофизическая оценка почв.

Вода как один из основных компонентов растительного организма и важная составная часть структуры почв. Содержание воды в почве и ее энергетическое состояние - тесно связанные между собой характеристики, обуславливающие поведение воды в почвах. Использование метода термодинамических потенциалов для оценки энергетического состояния в системе почва-растение-приземный слой атмосферы. Зависимость потенциала воды от влажности - основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Связь ОГХ со структурно-функциональными физическими свойствами (прочностью, пластичностью, текучестью почв, их набуханием и усадкой, липкостью, уплотняемостью) и категориями почвенной влаги (основными почвенно-гидрологическими константами). Методы определения потенциалов влаги в почве и ОГХ. Методы определения полного потенциала влаги (психрометрический, равновесия над насыщенными растворами солей, криоскопический). Полевые и лабораторные методы определения капиллярно-сорбционного (матричного) потенциала/давления влаги и ОГХ (тензиометрический, капилляриметрический, тензиостатический).

Механика и технологические характеристики почв. Виды напряжений и деформации почв. Упругая и пластическая деформация почв. Прочность почв. Сдвиг и сопротивление сдвигу. Консистенция и пределы пластичности почв. Текучесть и вязкость почв. Реологические модели механического поведения почв. Липкость почв. Внешнее трение. Трение скольжения. Внутреннее трение и сцепление почв. Твердость почв. Физическая спелость почвы как основа оптимального крошения почвы плугом при вспашке. Удельное сопротивление почв при вспашке и его связь с физико-механическими свойствами. Связь механических свойств с физическим состоянием почв. Комплексное сопоставление физико-механических и технологических свойств почв. Корреляция и функциональная зависимость между отдельными свойствами почв и значение их для теоретических расчетов одних свойств по другим.

Переуплотнение почв на сельскохозяйственных угодьях, его следствия и пути его устранения. Давление движителей почвообрабатывающих машин и сельскохозяйственных транспортных средств на почвы. Распространение

уплотняющих деформаций по профилю почвы и их связь с площадью колес и гусениц. Способы снижения уплотняющих нагрузок на почву.

Движение воды в почвах. Закон Дарси. Механизмы переноса воды в почвах. Особенности движения воды в насыщенной и ненасыщенной водой почвах.

Движение воды в не насыщенной влагой почве. Градиент матричного и гравитационного давлений. Ненасыщенная гидравлическая проводимость, зависимость от влажности и давления влаги в почве. Единицы измерения. Изменение насыщенной и ненасыщенной гидравлической проводимостей при изменении гранулометрического состава, плотности почв, состава порового раствора и поглощенных оснований. Значение для расчетов движения влаги. Понятие о прогнозных моделях балансового и дифференциального типов.

Неизотермический перенос воды в почвах. Водный баланс почв и его составляющие. Инфильтрация и ее экологические следствия. Типы водного режима почв.

Обводнительные и осушительные мелиорации. Общие положения. Норма осушения, глубина осушения и междренные расстояния. Поверхностное орошение. Дождевание, виды дождевания и дождевальных оросительных систем. Сублиригация. Внутрипочвенное орошение. Локальное орошение (капельное, подкрановое и др.).

Перенос в почвах растворенных веществ. Конвективный и диффузионный перенос веществ. Гидравлическая дисперсия. Комбинированный перенос, конвективно-диффузионное уравнение переноса ионов в почвах. Различные виды сорбции, количественные характеристики сорбции. Засоленность и солонцеватость почв.

Перенос газов в почвах. Воздухопроницаемость почв. Конвективный и диффузионный механизмы переноса. Транспорт кислорода и диоксида углерода в воздухоносных порах и жидкой фазе. Воздухо- и газообмен почв. Состав газовой фазы почв. Роль организмов в образовании газовой фазы почвы. Дыхание почв. Аэрация почв. Газовый режим почв, суточные и сезонные циклы.

Теплофизические характеристики и перенос теплоты в почвах. Температура, теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность почв. Зависимость теплофизических характеристик от структурных составляющих твердой фазы почв (гранулометрический, агрегатный, минералогический составы), плотности и влажности почвы. Прогнозные модели. Зависимость продуктивности от температуры почвы, понятие о критических (кардинальных по Ревуту) температурах почвы и необходимой сумме средних температур. Значение для устойчивого земледелия, экологии, создания почвенных обогреваемых конструкций. Тепловые мелиорации.

Электрофизика и магнетизм почв. Понятие о естественном электрическом поле почв. Удельная электропроводность почв. Единицы измерения. Понятие об электропроводности порового раствора и поверхностной проводимости почв. Зависимость электропроводности почв от влажности, состава порового раствора и поглощенных оснований. Методы определения удельной электропроводности, 4-х электродные методы. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).

Магнитная восприимчивость почв. Определение, единицы измерения, зависимость от вещественного состава. Магнитометрия.

II. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАСТЕНИЯХ

Основные понятия о процессах фотосинтеза и дыхания. Параметры роста и развития: общая фитомасса, абсолютный прирост, относительный прирост,

абсолютная и относительная скорость роста, индекс результирующего накопления (нетто-аккумуляция), индекс листовой поверхности.

Потребление воды растениями. Значение гидрофизических свойств почвы, биологических особенностей растений и агрометеорологических факторов. Транспирация и продуктивность растений. Транспирационные коэффициенты. Относительная транспирация - показатель водообеспеченности растений. "Транспирационная трапеция". Влияние концентрации и формы корневой системы растений. Строение корня. Зоны иссушения корней. Особенности движения воды в корне, стебле, листьях.

Поглощение веществ растениями. Механизмы переноса веществ к корню: конвекция, диффузия, "перехват". Влияние различных факторов: влажности, плотности, твердости, радиуса корня, температуры почвы и приземного воздуха, токсичных элементов (Al, Mn), недостатка Ca, конкурирующих ионов (эффект Вайтса), доступности кислорода. Перенос веществ в корне (по апопласту, по симпласту). Взаимодействие корней растений с почвой. Изменения в ризосфере (изменения pH, плотности почвы, концентрации солей). Внесение удобрений и рост корней. Отношение корня/надземные органы: 3 гипотезы, рассматривающие растения как систему из емкости и источника поглотителя.

III. ФИЗИКА ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ

Солнечная радиация, ее виды. Радиационный баланс. Зависимость физиологических процессов в растениях от характеристик лучистого потока: направления лучистых потоков, фотопериодичности, спектрального состава видимого света, инфракрасной и ультрафиолетовой составляющих. Опыты Б.С.Мошкова по влиянию фотопериодичности, по значению вечернего света. Практическое значение этих опытов для оптимизации густоты посева, светового режима в теплицах для различных культур, для выбора зимостойких и морозостойких видов при их интродукции.

Влияние растительного покрова на энергообмен в почвах. Тепловой баланс, его составляющие. Аэрометоды расчета эвапотранспирации. Энергобалансовые методы. Комбинированный метод Пенмана. Классификация тепловых режимов почв. Теплообеспеченность растений. Сезонная и многолетняя мерзлота почв.

Газообмен в системе почва-растение-приземный слой атмосферы. Планетарная и экологическая роль газообмена между почвой, атмосферой и растительным покровом. Состав газовой фазы почв. Влияние организмов и состава твердой фазы на состав газовой фазы почв. Суточный и сезонный газовые режимы почв. Дыхание почв. Изменение газового режима почв при их сельскохозяйственном использовании.

Подходы к оценке требований растений к условиям внешней среды. Законы факторов роста Либиха и Митчерлиха. Агрометеорологические прогнозы для различных периодов вегетации, фаз развития растений, урожая.

1. Е.В.Шеин, В.М.Гончаров. Агрофизика. Учебник. (Высшее образование). Ростов н/Д:Феникс, 2006. 400 с.
2. Бахтин П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. Изд-во "Колос" Москва 1969
3. В.Р.ван Вийк, Д.А.де Фриз и др. Физика среды обитания растений.
4. Воронин А.Д. Основы физики почв. Изд. Моск.ун-та 1986
5. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. Изд.Моск.ун-та, 1984 г
6. Глобус А.М. Почвенно-гидрофизическое обеспечение агроэкологических математических моделей. Ленинград. Гидрометеиздат 1987.
7. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. Изд. "Колос" Москва 1972
8. Дояренко А.Г. Избранные сочинения. Москва 1963
9. Дыхание почв. Сборник научных трудов. Пущино 1993
- 10.Зайдельман Ф.Р. Гидрологический режим почв Нечерноземной зоны. Ленинград, Гидрометеиздат 1985
11. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. Учебник. М., Изд-во МГУ, 1987.
- 12.Ландина М.М. Почвенный воздух. Новосибирск "Наука",Сибирское отделение
- 13.Макаров Б.Н. Газовый режим почв. "Агропромиздат" 1988
- 14.Манучаров А.С., Абрикова В.В., Черноморченко Н.И. Методы и основы реологии в почвоведении. Изд.Моск.ун-та 1990
- 15.Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М."Агропромиздат" 1988.
- 16.Най П.Х.,Тинкер П.Б. Движение растворов в системе почва-растение. Москва "Колос" 1980
- 17.Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго-массообмен в системе растение-почва-воздух.
- 18.Основы агрофизики. Под ред. А.Ф.Иоффе и И.Б.Ревут. Гос.изд.физ.-мат. литературы 1959.
- 19.Полевой В.В. Физиология растений. Москва, Высшая школа, 1989.
- 20.Переуплотнение пахотных почв (Причины, следствия, пути уменьшения). Ответ.редактор В.А.Ковда "Наука" 1987
- 21.Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. т.1,Водные свойства почв и передвижение почвенной влаги. Ленинград, Гидрометеиздат 1965
- 22.Руднев Н.И. Радиационный и тепловой баланс фитоценозов.Изд."Наука", Москва, 1984
- 23.Слейчер Р. Водный режим растений. М., "Мир", 1970
- 24.Судницын И.И. Передвижение почвенной влаги и влагопотребление растений. Изд.Моск.ун-та, 1979
- 25.Л.Т.Александр, Х.Э.Милтон, Дж.Ф.Лутц, Л.А.Ричардс, Е.Варлей, М.Б.Рассел. Физические условия почвы и растение. Коллект. монография. Изд.иностранный литературы, Москва 1955
- 26.Чудновский А.Ф. Теплофизика почв.Изд."Наука" Главная редакция физ-мат.литературы 1976
- 27.Хэнкс Р.Дж.,Ашкфорт Дж.Л. Прикладная физика почв. Гидрометеиздат, 1985
- 28.Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические, и агротехнические основы программирования урожая. Ленинград. Гидрометеиздат 1980
- 29.Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. Изд."Колос"Москва 1967.
- 30.Шеин Е.В.Курс физики почв. Изд-во МГУ, 2005.

Программа составлена д.б.н. проф.Е.В.Шеиным (Московский университет, факультет почвоведения.).

Рецензенты:

профессор, д.с-х.н.

Ф.Р.Зайдельман

профессор, д.б.н.

И.И.Судницын