

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

М.Е. Васильев

МЕТЕОРОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ КЛИМАТОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
(НАПРАВЛЕНИЕ 656400 «Природообустройство»)

Четвертое издание

Брянск – 2011

УДК 63.630.5
ББК 40.2
В.19

Васильев М.Е. Метеорология с основами климатологии. Брянск. Издательство Брянской ГСХА. 2011 г. – 28 с.

Составил доктор сельскохозяйственных наук профессор, академик МАНЭБ М.Е. Васильев.

Рецензент доктор технических наук профессор В.А. Погоньшев, зав. кафедрой физики Брянской ГСХА.

Автор благодарит заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук профессора В.Ф. Мальцева за конструктивные замечания при подготовке рукописи к печати.

Рекомендовано к изданию методической комиссией агроэкологического института Брянской ГСХА, протокол № 6 от 4 апреля 2008 г.

Введение

Метеорология и гидрология изучает атмосферные, климатические и гидрологические процессы в их взаимосвязи для нужд агропромышленного комплекса РФ. Эта научная дисциплина занимает важное место в подготовке кадров по специальности «Мелиорация, рекультивация и охрана земель».

Специалисты АПК должны уметь правильно оценивать и эффективно использовать агроклиматические ресурсы для повышения продуктивности агрофитоценозов. Велика роль в этом мелиорации и рекультивации земельных угодий, их охраны от водной и ветровой эрозии, радиоактивного и химического загрязнения. Только в этом случае можно получить экологически чистую продукцию земледелия и животноводства. А это гарантирует их высокую рентабельность, что особенно важно в условиях рыночной экономики.

Как показали исследования метеорологов, несмотря на повышение культуры земледелия, относительная зависимость урожая от условий погоды все еще велика, что определяет существенные колебания урожаев от года к году. Современная метеорологическая информация помогает специалистам АПК планировать сельскохозяйственные работы в соответствии со сложившимися и ожидаемыми метеорологическими условиями, что позволяет ослабить влияние неблагоприятной погоды и наиболее эффективно использовать благоприятные метеорологические факторы. Например, опыт показывает, что правильный учет метеорологических условий при определении сроков мелиорации, рекультивации земель, сева и внесения удобрений увеличивает урожай на 15-75 % и более.

Изучив этот комплексный курс и умело пользуясь полученными знаниями на практике, специалисты смогут правильно оценивать и учитывать климатические и метеорологические условия для целей сельскохозяйственного производства. А это является важным ресурсом повышения продуктивности полей, не требующим дополнительных затрат.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины проводится в соответствии с учебным планом. План и программа курса предусматривают изучение теоретической части дисциплины, выполнение контрольной работы, лабораторных работ и сдачу экзамена. Обязательна работа на метеорологической станции Брянской ГСХА.

Самостоятельное изучение курса рекомендуется проводить в следующем порядке. Прежде всего, необходимо ознакомиться с программой курса и методическими указаниями по изучению дисциплины, затем составить календарный план изучения теоретической части курса и выполнения контрольной работы. Контрольную работу следует выполнять после изучения теоретической части курса.

При изучении каждой темы необходимо внимательно разбирать помещенные в учебнике иллюстрации. Для лучшего усвоения материала рекомендуется составить конспект. Заканчивая рассмотрение темы, следует ответить на вопросы для самопроверки.

Выполненная контрольная работа высылается для рецензирования в деканат факультета не позднее чем за месяц до начала сессии. Проверенная работа с рецензией и с отметкой рецензента «зачтено» или «не зачтено» возвращается студенту. В случае если работа не зачтена, студент с учетом сделанных рецензентом замечаний вносит в работу необходимые исправления и направляет ее в академию для повторного рецензирования.

Если контрольная работа зачтена, но в ней есть замечания рецензента, то студент должен внести соответствующие исправления. Зачтенную контрольную работу с рецензией необходимо представить при сдаче экзамена. Если при изучении курса у студента возникнут затруднения, рекомендуется обратиться на кафедру за письменной консультацией.

Во время лабораторно-экзаменационной сессии читаются лекции, обобщающие основные и наиболее сложные разделы курса. На лабораторно-практических занятиях студенты знакомятся с метеорологическими приборами, проводят по ним измерения и обработку полученных данных, выполняют климатические и метеорологические расчеты. Особое внимание уделяется работе на метеорологической станции Брянской БГСХА.

Литература

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М., Издательство Московского университета. 1994г., 512 с.
2. Волошина А.П., Енович Т.В., Земцова А.И. Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии. М., Изд. МГУ, 1995.
3. Железняков Г.В., Овчаров Е.Е. Инженерная гидрология и регулирование стока. М., Изд. «Колос», 1993, 464 с.
4. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л., Гидрометеопиздат, 1976 г. (дополнительно).
5. Журнал «Метеорология и гидрология» (ежемесячный).

МЕТОДИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Вначале нужно рассмотреть задачи и методы исследований метеорологии, затем ознакомиться с основными этапами развития науки.

Надо уяснить связь метеорологии с другими науками (физикой, климатологией, физиологией растений и др.), значение метеорологии для мелиорации, рекультивации и охраны земель.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы предмет и задачи метеорологии?
2. Какие методы применяются в метеорологических исследованиях и в чем их сущность?

1. Атмосфера

Прежде всего, необходимо изучить состав воздуха, выяснить, каково значение его основных газов. Затем следует рассмотреть атмосферное давление, единицы и приборы для его измерения. Далее надо уяснить, что понимают под барической ступенью и горизонтальным барическим градиентом, что представляют собой изобары. В заключение следует рассмотреть строение атмосферы и современные методы ее исследования.

Вопросы для самопроверки

1. Каков состав атмосферного и почвенного воздуха?
2. Что такое аэрозоли?
3. Что понимается под атмосферным давлением?
4. В каких единицах и какими приборами оно измеряется?
5. Что такое изобары?
6. На какие сферы разделяется атмосфера по вертикали и чем они характеризуются?

2. Солнечная радиация

Вначале следует разобрать спектральный состав солнечной радиации, его изменение в зависимости от высоты солнца и высоты над уровнем моря. Уяснить биологическое значение основных частей солнечного спектра, обратив особое внимание на фотосинтетически активную радиацию (ФАР).

Далее необходимо рассмотреть потоки лучистой энергии и радиационный баланс деятельной поверхности ландшафта.

Затем надо уяснить значение интенсивности и продолжительности освещения для растений, а также приемы регулирования солнечной радиации в посевах и насаждениях.

В заключение следует ознакомиться с приборами для измерения радиационных потоков.

Вопросы для самопроверки

1. Каков спектральный состав солнечного излучения?
2. Каково ландшафтное значение основных частей спектра, что понимают под ФАР?
3. В каких единицах и какими приборами измеряется интенсивность лучистой энергии?
4. Что понимают под прямой, рассеянной, суммарной, отраженной радиацией?
5. Что понимают под эффективным излучением?
6. Что такое альбедо, от чего зависит его величина?
7. Что такое радиационный баланс и как записывается уравнение баланса для дня и ночи?
8. Какое влияние оказывает продолжительность дня и освещенность на почвенный покров?
9. Каковы пути повышения использования ФАР естественными фитоценозами?

3. Температурный режим почвы и водных источников

Вначале надо рассмотреть тепловой баланс поверхности почвы и воды.

Затем следует разобраться в теплофизических характеристиках почвы и уяснить, от чего зависит теплоемкость и теплопроводность. Далее рассмотреть суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, амплитуду хода и факторы, влияющие на ее величину.

После этого нужно разобраться в закономерностях распространения температурных колебаний в глубь почвы (законы Фурье) и водных бассейнов. Необходимо также уяснить основные факторы, влияющие на тепловой режим почвы, и рассмотреть методы оптимизации температурного режима почвы и при ее мелиорации.

Целесообразно ознакомиться с промерзанием и оттаиванием почвы и явлением многолетней мерзлоты, что очень важно для мелиорации и рекультивации земель.

В заключение занятия проводятся на метеорологической станции БГСХА, где студенты работают с различными термометрами и термографами

Вопросы для самопроверки

1. Как записать уравнение теплового баланса?
2. Что такое теплоемкость и теплопроводность почвы?
3. Как изменяется температура поверхности почвы в течение суток (года)?
4. Какие факторы и как влияют на амплитуду суточного (годового) хода температуры?
5. Каким закономерностям подчиняется распределение тепла в почве?
6. Какие факторы и как влияют на температурный режим почвы?
7. Почему необходим учет температуры почвы в практике сельского хозяйства, мелиорации, рекультивации и охраны земель?
8. Какие приборы применяют для измерения температуры почвы?

4. Температурный режим воздуха

Вначале необходимо разобрать процессы нагревания и охлаждения воздуха. При этом важно усвоить, что тепловой режим нижних слоев тропосферы определяется тепловым режимом подстилающей поверхности.

Далее надо рассмотреть особенности суточного и годового хода температуры воздуха и факторы, влияющие на величину температурных колебаний. Здесь целесообразно уяснить влияние рельефа, экспозиции склонов, растительности и т.д. на температурный режим воздуха. Роль температуры воздуха в мелиорации.

Затем следует ознакомиться с распределением температуры воздуха по вертикали, обратив внимание на такие понятия как вертикальный градиент температуры, инверсия. Важно хорошо разобраться в особенностях температурного режима на мелиоративных землях.

Далее студент обязан четко усвоить показатели, применяемые для характеристики температурного режима территории и потребности растений в тепле: средние, максимальные, минимальные температуры, суммы активных и эффективных температур. При этом нужно хорошо разобраться в методике определения активных и эффективных температур и подсчете их сумм за определенный период.

В заключение на метеостанции академии студенты работают с приборами для измерения температуры воздуха.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое конвекция и турбулентность?
2. В какие часы суток наблюдается максимальная температура воздуха, и в какие минимальная и почему?
3. Какие факторы и как влияют на амплитуду суточного (годового) хода температур?
4. Как количественно характеризуется изменение температуры воздуха с высотой?
5. Что такое активная температура, как и для чего подсчитывается сумма активных температур?
6. Что такое эффективная температура, как и для чего подсчитывается сумма эффективных температур?
7. Почему необходим учет температурного режима воздуха в практике сельского хозяйства, в мелиорации и рекультивации земель?
8. Какие приборы применяются для измерения температуры воздуха?

5. Водяной пар в атмосфере и его роль в мелиорации и рекультивации земель

Влажность воздуха. Уясните физический смысл величин, характеризующих влажность воздуха, и в каких единицах они измеряются. При этом обратите внимание на то, какие характеристики влагосодержания наиболее широко

используются для оценки влажности воздуха в сельскохозяйственном производстве. Ознакомьтесь с приборами для измерения влажности воздуха.

Испарение. Вначале необходимо понять физический смысл процесса испарения, какие метеорологические факторы и как влияют на этот процесс. Затем следует уяснить, как влияют на испарение свойства самой испаряющей поверхности и рассмотреть методы регулирования испарения.

В заключение студенты знакомятся с методами и приборами для измерения испарения.

Конденсация (сублимация) водяного пара. Разберитесь, что такое конденсация и при каких условиях водяной пар конденсируется. Рассмотрите продукты конденсации (сублимации) пара на поверхности и наземных предметах (роса, иней и др.) и в воздухе (туманы, облака). Ознакомьтесь с классификацией облаков, обратив внимание на те, из которых выпадают осадки. Значение влажности воздуха, испарения и сублимации в гидротехнической мелиорации земель.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое насыщающий водяной пар и как изменяется упругость насыщения с повышением температуры?
2. Что такое абсолютная влажность воздуха, упругость водяного пара, относительная влажность, дефицит упругости и точка росы, в каких единицах они измеряются?
3. Какие факторы влияют на скорость испарения с поверхности воды и почвы, их роль в определении гидрологического баланса ландшафтов?
4. Чем отличается испарение от испаряемости?
5. Каков суточный и годовой ход упругости водяного пара и относительной влажности воздуха?
6. Какие приборы используются для измерения влажности воздуха?
7. Каковы общие условия конденсации водяного пара в атмосфере?
8. Каковы причины образования росы и инея?
9. Какие основные процессы обуславливают образование облаков?
10. Какие наблюдаются формы облаков?

6. Осадки. Снежный покров. Почвенная влага

Осадки. Вначале необходимо разобрать классификацию осадков по фазовому состоянию (3 вида) и по характеру выпадения (3 типа). Важно усвоить из каких облаков выпадают осадки того или иного типа.

Далее следует рассмотреть приборы для измерения осадков. Необходимо уяснить, что в связи с большой пестротой в распределении летних осадков наблюдения за ними должны проводиться в каждом отдельном регионе. Ознакомьтесь с методами активного воздействия на процессы выпадения осадков, обратив особое внимание на их физическую сущность.

Снежный покров. Рассмотрите основные характеристики снежного покрова. Ознакомьтесь с приборами для наблюдения за снежным покровом и методикой производства снегосъемок, а также с видами снежных мелиораций.

Почвенная влага. Изучите методы определения влажности почвы, усвойте основные агрогидрологические характеристики и понятие «продуктивная влага» и разберите водный баланс ландшафтов.

Далее следует рассмотреть особенности годового хода запасов продуктивной влаги в различных почвенно-климатических зонах России. При этом важно понять, какие факторы оказывают наиболее существенное влияние на водный режим почвогрунта. Ознакомьтесь с методами регулирования водного режима почвы и поверхностного стока. Его роль в развитии водной эрозии, оврагообразовании, мелиорации и рекультивации земель.

Вопросы для самопроверки

1. Чем различаются ливневые, обложные и морозящие осадки? Из каких облаков они выпадают?
2. В каких единицах измеряется количество выпавших осадков, что понимают под интенсивностью осадков?
3. На каком принципе основаны активные воздействия на облака с целью вызывания осадков?
4. Какие приборы применяют для измерения осадков?
5. Каково значение осадков и снежного покрова для сельского хозяйства?
6. Как определяют запас воды в снежном покрове?
7. Как записать уравнение водного баланса ландшафта?
8. Какие агрогидрологические зоны выделяют на территории Российской Федерации.

7. Ветер. Погода и ее предсказание

Ветер. Разберитесь в причине возникновения движения воздуха (ветер). Уясните влияние отклоняющей силы вращения Земли и силы трения на направление движения воздуха, схему общей циркуляции атмосферы, обратив внимание на то, что она связана со схемой распределения давления. Затем следует рассмотреть местные ветры, отметив, какое влияние местные ветры (фены, бризы и др.) оказывают на температуру и увлажнение местности, испарение и испаряемость. Роль ветрового режима в развитии дефляции почвы.

В заключение надо разобраться, как строится роза ветров и как практически она используется. Также надо ознакомиться с приборами для измерения скорости и направления ветра (работа на метеорологической станции БГСХА).

Погода. Прежде всего, следует усвоить географическую термодинамическую классификацию воздушных масс и понять, как изменяется погода с приходом той или иной воздушной массы.

Обязательно рассмотрите вопрос о грозовых атмосферных фронтах, ознакомьтесь с такими барическими системами, как циклон и антициклон, обратив внимание на то, как они изображаются графически. Также необходимо четко уяснить, с какой барической системой связаны фронты, как они располагаются и какая погода наблюдается при их прохождении. Затем надо разобраться в условиях погоды в циклоне и антициклоне, ознакомиться с методами метеоро-

логических прогнозов погоды и уяснить, как прогнозы могут быть использованы в практике мелиорации почв. Вместе с тем, стоит обратить внимание на местные и на народные признаки изменения погоды.

Вопросы для самопроверки

1. Какова причина возникновения ветра?
2. Как объяснить схему общей циркуляции атмосферы.
3. Как дует ветер в циклоне и антициклоне?
4. Какие бывают местные ветры и каковы причины их возникновения?
5. Как строится роза ветров и для чего она используется?
6. Какими приборами измеряются направление и скорость ветра?
7. Что понимается под погодой и с чем связаны ее изменения?
8. Что такое воздушные массы и как они классифицируются?
9. Какие наблюдаются фронты и какая погода отмечается при их прохождении?
10. Какие местные и народные признаки погоды вы знаете?
11. Какое значение имеет использование прогнозов погоды в мелиорации, рекультивации и охране земель?

8. Климат и его значение для мелиорации, рекультивации и охраны земель

Прежде всего, необходимо уяснить само понятие «климат» и разобрать климатообразующее значение солнечной радиации, подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции. Кроме того, следует ознакомиться с классификацией климатов (по Бергу), а также обратить внимание на проблему изменений и преобразования климата. Глобальное потепление. Его причины.

Затем надо изучить методику оценки климата для целей мелиоративного производства. Важной особенностью этой методики является использование вероятностных характеристик. Поэтому необходимо хорошо разобраться в понятиях «повторяемость», «вероятность», «обеспеченность». Важно четко усвоить, какие показатели используются для оценки термических и световых ресурсов, условий увлажнения и условий перезимовки.

Далее следует уяснить понятия «микроклимат», «фитоклимат», изучить закономерности формирования микроклимата и фитоклимата и рассмотреть методы, мелиорации микроклимата ландшафтов.

Кроме того, надо ознакомиться с климатическими ресурсами и климатическим районированием России. При этом важно уяснить, на основе каких показателей производят расчленение территории при общем климатическом районировании.

В заключение студенты изучают вопрос о значении климата для почвенно-мелиоративного дела. Необходимо уяснить влияние погодных условий на качество рекультивации земель и экологию местности в целом.

Вопросы для самопроверки

1. Под влиянием каких факторов происходит формирование климата?
2. К какой климатической зоне (по Бергу) относится ваша область?
3. К каким глобальным изменениям климата может привести рост масштабов хозяйственной деятельности человека? Какие местные изменения климата могут произойти под влиянием антропогенных факторов? Что такое парниковый эффект атмосферы Земли? Его пагубные последствия.
4. Как определить обеспеченность теплом мелиорируемых фитоценозов?
5. Какие показатели используют для оценки условий увлажнения вегетационного периода?
6. Каковы основные факторы формирования микроклимата ландшафтов?
7. Какие методы используются для улучшения микроклимата мелиорируемых земель?
8. С какой целью проводится общее и частное климатическое районирование?
10. Как используются климатические данные мелиорации? В каких изданиях публикуются эти сведения?

9. Метеорологические наблюдения

Прежде всего следует ознакомиться основными принципами метеорологических наблюдений, а также с организацией наблюдений на сети метеорологических станций Госкомгидромета России и на метеорологических постах в хозяйствах АПК. Необходимо знать основные виды наблюдений на метеорологических станциях в теплый и зимний периоды и программу работы метеорологического поста. Затем надо ознакомиться с перспективными методами метеорологических наблюдений, с современными математическими способами сбора и обработки полученных материалов.

В заключение следует рассмотреть, как используются данные метеорологических наблюдений в борьбе с водной и ветровой эрозией земель.

Вопросы для самопроверки

1. Какой принцип положен в основу метеорологических наблюдений?
2. Какие виды наблюдений проводятся на метеорологических станциях в теплый и зимний периоды?
3. Какой минимум оборудования необходимо иметь на метеорологическом посту?
4. Какую информацию дают авиационные обследования мелиорированных сельхозугодий? Методы обработки информации.

10. Метеорологические прогнозы

Необходимо уяснить научные основы методов метеорологических прогнозов и рассмотреть их основные виды: прогноз теплообеспеченности вегетационного периода; прогноз запасов влаги в почве к началу весенних полевых работ; прогноз сроков таяния снега и паводка; прогноз объекта паводка, гидробаланса ландшафтов. Прогнозирование масштабов водной эрозии земли.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются научные основы методов метеорологических прогнозов?
2. Какие основные виды метеорологических прогнозов составляются для целей мелиорации, рекультивации и охраны земель?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа включает в себя ответы на теоретические вопросы, выполнение расчетов, построение и анализ графиков, составление описания метеорологических условий (всего 6 заданий).

Исходные данные для выполнения заданий 1 ... 5 приведены в табл. 1 ... 5 и рассчитаны на 100 вариантов. Номер варианта определяется по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студента.

Исходные данные для выполнения заданий 5 и 6 следует выписать из справочной литературы. Форма записи приведена в таблицах. При отсутствии справочников необходимые материалы можно получить на ближайшей метеорологической станции или на метеостанции Брянской ГСХА.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования.

1. Объем контрольной работы должен составлять 15–20 страниц рукописного текста.
2. Контрольная работа должна быть написана разборчиво и аккуратно и представлена в тетраде с пронумерованными страницами.
3. Графики должны быть выполнены на миллиметровой бумаге и вклеены в тетрадь. В тетрадь также вклеиваются таблицы исходных данных к заданиям 5 и 6.
4. Для замечаний рецензента на каждой странице с правой стороны оставляются поля шириной не менее 30...40 мм.
5. На титульном листе контрольной работы указывается название предмета, шифр, факультет, фамилия, имя и отчество исполнителя, и его домашний адрес.
6. В конце ставится подпись исполнителя, дата, указывается использованная литература.

Задание 1

1. Дать определение радиационного баланса и его составляющих.
2. Вычислить радиационный баланс. Конечный результат определяется по формуле:

$$B = Q - R_K - E_{\text{эф}}$$

где B – радиационный баланс, Вт/м²;

Q – суммарное солнечное излучение, Вт/м²;

$E_{\text{эф}}$ – эффективное излучение, Вт/м²;

R_K – отраженное солнечное излучение, Вт/м².

Для решения вначале необходимо определить составляющие радиационного баланса:

$$Q = S + D, \quad S' = S \cdot \sin h_o, \quad R_K = -\frac{AQ}{100},$$

где S' – прямое солнечное излучение, приходящее на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

S – прямое солнечное излучение, приходящее на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам, Вт/м²;

h_o – угол высоты солнца над горизонтом;

A – альbedo подстилающей поверхности, %

Исходные данные взять согласно варианту в табл. 1, $\sin h_o$ - в приложении 1.

Вычисления проводить с точностью до сотых.

ПРИМЕЧАНИЕ. Энергетическая освещенность в системе СИ выражается в Ваттах на 1 м² (Вт/м²). В практической актинометрии до недавнего времени энергетическая освещенность выражалась в калориях за 1 мин на 1 см² (кал/мин·см²). Соотношение между единицами измерений следующее: 1 кал/(мин·см²) = 698 Вт/м².

Таблица условий для решения задания 1

Элементы	Варианты																	
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
h , °C	19	59	25	59	41	62	38	57	11	59	13	47	15	52	17	52	30	60
S , кВт/м ²	0,80	0,82	0,79	0,81	0,84	0,83	0,82	0,82	0,55	0,87	0,64	0,85	0,66	0,82	0,73	0,80	0,82	0,81
D , кВт/м ²	0,07	0,14	0,11	0,13	0,10	0,13	0,10	0,16	0,63	0,12	0,07	0,14	0,07	0,13	0,08	0,13	0,08	0,13
$E_{эф}$, кВт/м ³	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,10	0,08	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,09	0,10
A , %	18	21	37	19	16	22	16	26	60	21	13	23	17	24	43	18	37	26

Элементы	Варианты																	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
h , °C	57	44	26	47	27	61	29	61	41	61	20	50	53	16	55	17	36	
S , кВт/м ²	0,83	0,83	0,73	0,87	0,83	0,85	0,81	0,85	0,83	0,85	0,77	0,81	0,80	0,64	0,85	0,78	0,84	
D , кВт/м ²	0,13	0,13	0,08	0,13	0,08	0,12	0,08	0,13	0,12	0,13	0,06	0,14	0,15	0,08	0,13	0,07	0,14	
$E_{эф}$, кВт/м ³	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,10	
A , %	22	30	14	23	13	21	24	28	16	21	13	26	18	55	22	18	43	

Элементы	Варианты																	
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
h , °C	34	39	56	41	57	29	57	15	37	42	5	39	44	6	41	47	8	50
S , кВт/м ²	0,85	0,85	0,85	0,84	0,86	0,81	0,87	0,70	0,90	0,84	0,42	0,80	0,78	0,09	0,89	0,86	0,62	0,81
D , кВт/м ²	0,14	0,11	0,13	0,10	0,11	0,08	0,12	0,08	0,10	0,10	0,03	0,10	0,10	0,03	0,10	0,09	0,01	0,13
$E_{эф}$, кВт/м ³	0,08	0,10	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,13	0,12	0,10	0,08	0,09	0,30	0,13	0,13
A , %	55	23	26	18	17	18	22	38	43	13	17	23	9	18	18	26	75	24

Элементы	Варианты																	
	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
h , °C	25	52	47	20	29	49	9	27	51	И	29	53	13	59	32	37	59	37
S , кВт/м ²	0,81	0,78	0,83	0,87	0,79	0,85	0,87	0,60	0,79	0,79	0,41	0,85	0,87	0,66	0,87	0,81	0,82	0,83
D , кВт/м ²	0,13	0,13	0,12	0,13	0,06	0,09	0,11	0,10	0,10	0,13	0,04	0,11	0,10	0,05	0,13	0,13	0,10	0,13
$E_{эф}$, кВт/м ³	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,10	0,12	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09
A , %	24	60	22	30	88	60	14	37	37	12	13	16	23	43	22	30	16	21

Элементы	Варианты															
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
h , °C	15	15	51	19	17	53	21	19	54	23	54	21	18	23	7	
S , кВт/м ²	0,68	0,73	0,91	0,81	0,68	0,85	0,72	0,74	0,89	0,72	0,84	0,67	0,79	0,75	0,57	
D , кВт/м ²	0,06	0,07	0,10	0,05	0,07	0,12	0,06	0,08	0,10	0,07	0,13	0,11	0,14	0,11	0,03	
$E_{эф}$, кВт/м ³	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	
A , %	21	43	37	75	37	16	16	18	18	75	25	18	23	55	16	

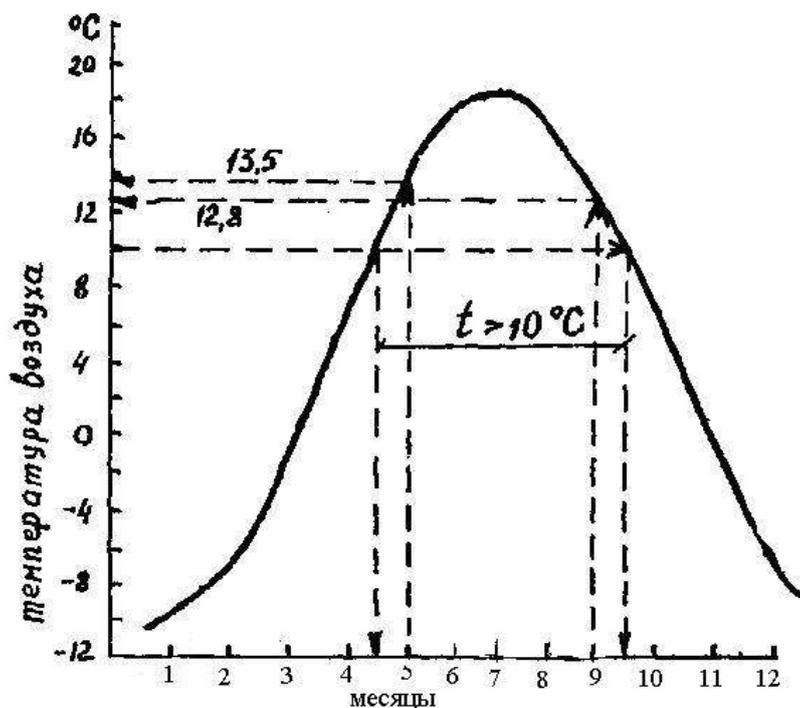
Элемент	Варианты													
	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
h , °C	47	31	9	48	33	10	43	34.	45	11	55	15	57	17
S , кВт/м ²	0,87	0,82	0,30	0,85	0,77	0,64	0,87	0,82	0,15	0,51	0,77	0,63	0,82	0,69
D , кВт/м ²	0,11	0,08	0,04	0,11	0,08	0,06	0,12	0,08	0,13	0,09	0,16	0,08	0,13	0,09
$Eэф$, кВт/м ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08
A , %	37	88	30	25	17	88	18	13	16	75	19	60	19	17

Задание 2

1. По данным табл. 2 построить график годового хода температуры воздуха.
2. Определить амплитуду годового хода температуры.
3. Определить даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0,5 и 10°C. Вычислить продолжительность периодов с температурой выше 0°C, выше 5°C и выше 10°C.
4. Вычислить сумму активных (выше 10°C) температур за каждый месяц, а также в целом за весь период активной вегетации.

При построении графика рекомендуется соблюдать масштаб: по оси ординат в 1 см—2°C, по оси абсцисс в 1 см — 1 месяц. Среднемесячную температуру нужно относить к 15 числу каждого месяца, полученные точки соединить плавной кривой. Пример построения графика приведен на рис. 1.

Рис. 1. Годовой ход температуры воздуха.



Амплитуда годового хода температуры определяется как разность средних температур самого теплого и самого холодного месяцев. В нашем примере она составляет $29,2^{\circ}\text{C}$.

Для определения дат перехода температуры воздуха через $0,5$ и 10°C через указанные значения температуры проводят горизонтальные линии. Из точек пересечения этих линий с кривой температуры опускают перпендикуляры на ось абсцисс. Продолжительность периодов с температурой выше $0,5$ и 10°C вычисляется как интервал времени между датами перехода температуры через соответствующие пределы. В нашем примере даты перехода температуры воздуха через 10°C —12 мая и 17 сентября, продолжительность периода активной вегетации — 128 дней.

Суммы активных температур вычисляются следующим образом.

Подсчет суммы активных температур за месяц, в котором средняя температура была выше 10°C , производится умножением среднемесячной температуры на число дней в данном месяце. Например, среднемесячная температура июня составляет $16,8^{\circ}\text{C}$. Следовательно, сумма активных температур за июнь:

$$\Sigma t_{акт} = 16,8 \cdot 30 = 504^{\circ}\text{C}.$$

Для первого и последнего месяцев периода активной вегетации, среднемесячная температура которых ниже 10°C , сумма активных температур вычисляется с помощью графика годового хода температуры воздуха. В нашем примере первым месяцем активной вегетации является май. Согласно графику температура воздуха поднялась до 10°C 12 мая, а 31 мая составляла $13,5^{\circ}\text{C}$. Сначала нужно вычислить среднесуточную температуру за 19 дней мая с достаточной степенью точности.

$$t_{cp} = \frac{10,0 + 13,5}{2} = 11,8^{\circ}\text{C}$$

Затем можно вычислить сумму активных температур за май.

$$\Sigma t_{акт} = 11,8 \cdot 19 = 224,2^{\circ}\text{C}.$$

Аналогичным образом вычисляется и сумма активных температур за последний месяц вегетации.

В нашем примере температура воздуха понижается до 10°C — 17 сентября, а 1 сентября она составляет $12,8^{\circ}\text{C}$. Поэтому сумма активных температур за сентябрь равна:

$$\Sigma t_{акт} = \frac{12,8 + 10,0}{2} \cdot 17 = 193,8^{\circ}\text{C}.$$

Исходные данные к заданию 2 (температура воздуха, °С)

Меся- цы	В а р и а н т ы																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
01	-16,0	-7,1	-13,7	-7,5	-16,6	-8,6	-13,0	-8,8	-3,3	-5,3	-15,7	-3,8	-13,4	-3,1	-8,8		-7,2
02	-15,8	-5,4	-12,7	-6,1	-14,9	-7,5	-13,6	-8,7	-0,6	-4,2	-13,3	-2,6	-11,4	-1,4	-7,1	-3,7	-7,8
03	-9,9	-0,4	-7,8	0,3	-7,4	-0,2	-12,1	-1,2	3,7	0,6	-5,2	2,4	-4,6	4,6	-0,3	-0,8	3,6
04	3,0	7,2	2,1	9,1	5,6	9,6	-8,5	3,5	8,8	6,0	4,8	8,7	2,8	11,6	8,4	7,9	3,7-
05	14,2	12,9	11,5	14,7	14,8	15,4	-0,9	10,6	12,9	10,8	12,8	14,7	8,5	17,3	15,2	14,4	10,3
06	19,7	17,4	16,2	18,7	19,8	19,6	7,2	15,4	16,2	13,8	18,0	20,1	14,0	22,3	20,2	19,7	15,8
07	21,8	20,2	18,8	22,0	22,7	22,1	14,8	17,1	17,8	16,3	20,1	23,3	17,7	24,7	22,7	22,3	18,8
08	19,8	19,1	16,5	22,0	20,8	20,8	9,8	10,9	16,9	15,4	18,9	22,7	17,0	23,6	21,1	21,3	17,8
09	13,1	13-8	10,5	18,2	15,3	15,3	0,5	6,1	13,9	11,8	14,6	19,1	12,8	19,8	16,8	17,5	14,2
10	3,5	6,4	1,6	10,8	7,2	7,2	-2,6	0,0	8,8	7,3	6,9	12,8	6,7	13,2	10,2	11,4	8,4
11	-6,9	-0,5	-6,2	3,8	-0,3	-0,3	-7,2	-5,4	2,7	0,8	2,7	5,1	- Ы	5,7	1,8	4,1	1,3
12	-12,7	-4,9	-11,0	-3,5	-5,6	-5,5	-12,0	-9,9	-2,6	-3,8	-11,4	-1,1	-8,9	-0,8	-5,4	-1,5	-4,0
Меся- цы	В а р и а н т ы																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
01	-10,5	1-4,5	-11,3	-7,3	-11,7	-4,1	-13,7	-2,6	-14,81	-2,7	-10,2	-5,7	-12,8	-5,8	-10,5	-8,2	-6,0
02	-2,9	-1,5	-9,3	-2,5	-8,8	-3,7	-10,1	-0,8	-П,6	-2,0	-9,1	-1,5	-10,4	-3,1	-8,1	-7,3	-2,9
03	7,4	5,1	-0,8	5,0	-2,8	2,0	-3,1	4,4	-6,9	0,6	-4,5	2,9	-4,5	2,4	-4,1	-0,6	5,6
04	19,0	13,8	8,8	12,2	4,2	8,7	4,4	10,6	2,3		3,6	9,9	3,6	9,2	2,1	6,1	14,0
05	21,0	20,3	16,0	19,2	8,6	14,7	9,5	15,5	6,2	10,5	10,0	14,9	9,6	13,9	7,5	9,9	20,8
06	24,6	24,7	21,7	23,0	12,4	19,8	13,5	20,3	10,6	14,4	14,5	19,8	13,6	18,4	12,0	14,31	17,0
07	28,5	26,4	22,6	25,4	16,9	23,0	18,1	24,1	15,5	18,8	18,9	25,3	17,2	22,2	15,6	17,0	28,3
08	24,6	25,3	20,4	23,0	19,1	4,2	20,6	25,4	116,9	23,4	j 20,0	23,9	17,9	23,1	16,3	16,1	26,2
09	20,2	20,1	15,4	17,9	14,5	20,8	16,5	21,0	Г 12,9	17,8	14,2	20,1	13,2	18,1	11,8	12,1	19,6
10	13,0	12,5	8,4	10,3	7,1	14,6	9,3	15,1	6,2	11,8	-7,0	14,0	7,3	11,7	5,7	5,9	10,7
11	0,5	4,0	-4,4	1,8	-1,8	5,9	-0,5	7,4	-2,1	5,5	0,5	5,7	-0,4	4,0	-0,9	0,1	3,8
12	-0,2	-2,7	-11,2	-4,3	-9,7	-0,9	-9,6	-0,4	-8,5	-0,8	-6,2	-2,0	-7,6	-1,8	-6,0	-5,5	-1,1

Продолжение

Ме- ся- цы	В а р и а н т ы															
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
01	-14,0	-2,7	-13,9	-4,3	-15,5	-2,9	-11,8	-4,7	-17,8	-2,3	13,6	-8,9	-17,6	-5,8	15,3	-6,0
02	-12,2	-3,1	-12,0	-4,1	-14,1	-2,6	-9,9	-3,8	-16,9	-0,1	-12,2	-8,2	-14,0	-0,1	-13,2	-0,2
03	-6,4	-1,1	-5,0	-1,3	-7,2	-0,3	-1,8	-0,4	-10,6	3,2	-1,4	-0,2	-5,8	8,4	-7,4	6,9
04	5,4	3,7	6,4	4,9	6,0	5,2	9,4	6,1	2,2	8,2	9,0	8,6	6,7	17,3	9,0	17,8
05	15,7	8,8	16,5	П,4	16,8	11,1	18,7	12,9	13,9	12,0	15,3	15,0	14,3	19,2	16,7	21,0
06	20,7	12,9	21,8	15,5	22,6	14,7	23,8	16,2	19,1	15,5	21,4	21,5	20,4	24,2	20,1	24,3
07	23,5	15,7	24,5	17,5	25,1	16,9	26,0	17,9	21,6	17,6	24,4	24,3	23,3	27,5	22,6	27,3
08	20,9	15,4	22,2	16,0	22,8	16,3	23,6	16,5	19,2	16,6	23,3	24,4	21,2	25,7	21,4	23,7
09	13,8	12,2	15,1	11,8	15,5	12,8	16,8	12,1	12,5	13,4	16,7	28,5	13,6	19,2	15,4	19,2
10	5,6	7,6	6,4	6,7	6,0	8,0	7,7	6,9	3,1	7,6	9,0	11,9	5,0	12,3	4,6	13,4
11	-3,4	2,9	-2,6	1,3	-3,9	2,9	0,6	1,3	-6,7	2,7	-2,1	1,5	-7,1	3,5	-4,7	3,8
12	-9,4	-1,2	-9,1	-2,9	-11,3	-1,2	-7,1	-2,7	-13,8	-1,7	-8,7	-5,8	-14,6	-2,7	-11,1	-4,3
Ме- ся- цы	В а р и а н т ы															
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
01	-10,8	-2,5	-13,6	-2,9	-15,0	-7,3	-10,8	-4,0	-10,7	-5,0	-12,4	-5,9	-10,8	-5,4	-15,4	-4,8
02	-9,1	-0,4	-11,5	0,0	13,5	-6,0	-9,5	-2,8	-9,1	-4,6	10,8	-4,7	-12,1	-4,5	-13,5	-5,6
03	-4,8	3,6	-6,2	3,4	-7,7	-2,3	-4,9	1,3	-4,3	-1,1	-5,7	-0,3	-5,2	-0,4	-7,5	-2,9
04	-3,4	9,5	3,5	7,9	1,8	1,3	3,4	7,5	5,4	5,8	4,0	6,5	5,9	6,9	4,0	3,4
05	11,8	16,7	13,0	13,6	11,9	6,2	12,6	13,4	14,3	12,5	13,3	13,1	14,4	13,8	14,8	10,4
06	15,6	21,6	17,4	16,8	16,4	10,2	16,2	17,0	18,0	17,1	17,1	16,8	18,7	17,6	19,7	14,7
07	18,0	24,3	19,9	19,4	18,7	13,1	18,5	18,7	20,5	18,7	19,6	18,4	21,1	19,0	22,0	16,8
08	15,8	23,4	17,4	19,3	16,3	13,3	16,9	17,9	18,7	17,1	17,5	17,5	19,5	17,7	19,7	15,4
09	10,1	18,3	11,0	15,3	10,0	9,3	11,0	13,8	12,6	12,6	11,1	13,0	13,5	13,1	13,0	11,3
10	3,7	12,4	3,4	11,4	1,9	5,1	4,4	8,7	5,5	6,9	4,0	7,6	5,6	7,0	4,2	6,4
11	-2,8	5,7	-4,5	4,4	-6,5	-0,4	-2,6	2,3	-1,8	0,8	-3,5	1,0	-1,9	0,9	-4,6	0,9
12	-8,0	1,5	-10,3	0,0	-11,8	-4,2	-7,5	-2,3	-7,2	-3,7	-9,2	-3,6	-9,4	-3,8	-11,0	-3,2

Ме- сяцы	В а р и а н т ы																	
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
01	-5,8	-12,2	-4,0	-14,9	-3,7	-15,0	-7,0	-16,0	-6,1	-19,2	-2,1	-16,2	-10,8	-15,8	-9,5	-18,3	-7,1	
02	-4,3	-10,0	-2,3	-12,2	-2,0	-12,7	-5,3	-12,8	-4,0	-15,2	-0,1	-13,1	-9,2	-13,4	-7,8	-16,2	-5,1	
03	-0,4	-5,0	2,4	-6,9	2,0	-6,5	0,1	-7,0	1,0	-8,6	5,0	-7,4	-3,9	-8,1	-2,5	-10,3	0,4	
04	7,7	3,8	9,1	1,6	8,0	2,7	8,4	1,8	9,0	0,3	10,6	1,6	6,7	0,7	7,4	1,2	8,8	
05	15,3	12,6	16,4	10,0	15,2	12,1	16,0	10,0	16,8	7,9	16,7	9,9	16,2	9,5	10,4	11,2	17,6	
06	18,4	16,4	20,1	14,9	19,2	16,8	19,6	15,1	20,7	13,7	20,4	14,8	21,0	14,2	20,5	16,2	22,6	
07	20,9	19,4	23,1	18,1	22,1	19,4	22,2	18,0	23,7	17,0	23,7	17,2	24,0	16,0	23,2	18,3	25,2	
08	19,6	16,8	22,1	14,9	21,4	16,8	20,7	15,1	22,8	14,2	22,9	14,6	21,8	13,8	21,4	15,8	23,2	
09	14,4	10,6	16,7	8,7	16,3	10,2	14,8	9,0	16,5	7,9	17,0	8,8	15,0	8,0	15,0	9,6	17,0	
10	8,3	3,5	10,5	1,2	10,7	2,2	8,0	1,0	9,8	-0,8	12,2	0,4	6,8	0,1	7,3	1,0	9,7	
11	1,5	-3,7	3,5	-6,6	3,9	-6,1	Ы	-7,4	2,3	"10,3	'5,3	-7,8	-1,1	-7,5	-0,3	8,3	2,2	
12	->3,0	-9,3	1,0	-12,2	-0,3	-11,8	-3,5	-13,1	-2,5	-16,7	1,1	-13,5	-7,1	-13,2	-5,9	-14,5	-3,0	
Ме- сяцы	В а р и а н т ы																	
	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
01	-11,5	-13,3	-7,7	4,5	-2,4	-12,0	-6,1	-13,2	-8,6	-14,1	-18,4	-7,7	-12,7	-6,0	-12,0	-7,3	-18,2	
02	-11,0	-12,4	-6,0	-2,8	-1,0	-9,9	-4,8	-12,9	-7,7	-11,1	-17,5	-6,8	-11,4	-4,7	-10,3	-5,8	-15,8	
03	-8,1	-8,1	-1,2	2,0	2,9	-5,0	-0,2	-9,2	-4,1	-7,6	-14,3	-2,9	-6,8	-0,5	-5,9	-1,1	-10,8	
04	-1,6	-1,1	7,0	7,2	7,0	3,4	6,8	-2,0	2,8	-0,9	-7,2	4,5	1,2	6,8	2,1	7,1	-3,0	
05	3,4	5,2	14,4	13,1	12,2	11,9	14,4	3,0	9,5	4,7	-0,6	12,0	8,4	14,6	10,3	14,9	3,1	
06	8,7	11,5	18,3	16,3	16,6	15,8	17,1	8,8	14,0	10,4	5,7	15,8	13,8	17,4	14,8	18,0	9,7	
07	12,5	15,3	20,6	19,1	19,6	18,8	19,5	13,1	18,0	14,2	12,2	17,9	16,8	19,3	17,6	20,6	14,4	
08	10,7	12,9	18,8	18,8	19,2	16,0	18,5	11,2	16,0	12,2	10,0	15,7	13,6	18,2	14,7	19,4	11,6	
09	5,9	7,0	13,2	13,8	14,6	9,9	13,7	6,0	10,5	7,3	4,8	10,7	8,0	13,4	9,1	14,1	5,9	
10	-0,3	1,0	6,9	8,7	9,4	3,3	7,6	-0,3	4,7	1,2	-2,3	4,9	1,4	7,3	2,5	7,4	-1,8	
11	-6,4	-5,9	0,2	2,1	4,4	-3,6	-0,9	-6,6	-0,9	-4,6	-10,4	-1,0	-5,1	0,7	-4,2	0,2	-10,1	
12	-10,4	-11,0	-4,8	-1,5	0,6	-9,1	-3,5	-11,5	-5,5	-9,0	-15,1	-5,4	-10,5	-3,5	9,5	-4,5	-15,6	

Получив суммы активных температур для каждого месяца, вычисляют сумму активных температур в целом за весь вегетационный период.

Задание 3

1. Дать определение характеристик влажности воздуха.
2. Объяснить сущность психрометрического метода определения влажности воздуха.
3. Рассчитать значение характеристик влажности воздуха по данным, содержащимся в табл. 3.

Если заданы температуры сухого (t) и смоченного (t') термометров, то для расчета упругости водяного пара (e) используется формула:

$$e = E' - A \cdot (t - t') - P,$$

где E' — максимальная упругость водяного пара при температуре смоченного термометра, гПа;

A — коэффициент, зависящий от скорости ветра, для стационарного психрометра $A=0,0008$;

p — атмосферное давление, равное для всех вариантов 1000 гПа.

Если заданы температура сухого термометра и относительная влажность (f), упругость водяного пара определяется по формуле:

$$e = \frac{E \cdot f}{100},$$

где E — максимальная упругость водяного пара при температуре сухого термометра, гПа.

Относительная влажность и дефицит насыщения (d) рассчитываются следующим образом:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%, \quad d = E - e,$$

Значения E и E' определяются по приложению 2 соответственно температуре сухого и смоченного термометров. Температура точки росы (td) определяется по значению упругости водяного пара по приложению 2. Например, если $e = 8,3$ гПа, то $td = 4,3^\circ\text{C}$.

ПРИМЕЧАНИЕ. Гектопаскаль (гПа) — единица измерения давления, принятая в системе «СИ». До сих пор для практических целей широко используются и другие единицы измерения давления—миллибар (мб) и миллиметр ртутного столба (мм. рт. ст.), $1 \text{ гПа} = 1 \text{ мб} = 0,75 \text{ мм рт. ст.}$

Таблица 3

Элементы	В а р и а н т ы															
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
t, °C	24,4	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,8	27,0	27,2	28,0
t', °C	15,4	-	15,8	-	16,2	-	16,6	-	17,0	-	17,4	-	17,8	--	18,2	-
f, %	-	42	---	52	-	40	-	42		48	-	55	-	54	-	48

Элементы	В а р и а н т ы															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
t, °C	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2
t', °C	13,2	-	13,6	-	13,0	-	13,4	-	13,8	-	14,2	-	14,6	-	15,0	-
f, %	-	40'		55	-	40	-	44	-	60	-	36	-	40	-	37

Элементы	В а р и а н т ы																
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
t, °C	17,8	18,0	18,2	18,4	18,6	18,8	19,0	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	21,0
t', °C	-	11,0	-	12,4	-	12,8	-	13,2	-	13,6	-	14,0		14,4	-	14,8	-
f, %	80	-	40	-	50	-	40	-	45	-	40	-	45	-	55	-	35

Элементы	В а р и а н т ы																
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
t, °C	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6
t', °C	10,4	-	10,8		11,2	-	11,6	-	12,0	-	12,4	-	12,8	·	14,2	-	14,6
f, %	-	60	-	40	-	70	-	80	-	70	-	65		45	-	60	-

Элементы .	В а р и а н т ы																
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
t, °C	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,8	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2
t', °C	-	8,2	-	9,6	-	7,0	-	8,4	-	9,8	-	9,2	-	9,6	-	10,0	-
f, %	80	-	66	-	64	-	52	-	59	-	70	-	50		60		55

Элементы	В а р и а н т ы																
	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
$t, ^\circ\text{C}$	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	8,5	8,8	9,0	9,3	9,6	10,0	10,5	10,7	10,9
$t', ^\circ\text{C}$	2,0	-	4,0	-	3,0	-	5,0	-	3,5	-	4,0	-	4,6	-	5,5	-	7,9
$U \%$	-	60	-	50	-	55	-	45	-	44	-	60	-	49	-	55	-

Задание 4

1. Дать определение заморозков.
2. Указать причины возникновения заморозков.
3. Рассчитать ожидаемую ночную минимальную температуру по способу Михалевского.

Ожидаемую ночную минимальную температуру вычисляют по формуле:

$$M = t' - (t - t') \cdot C \pm A \quad \text{и} \quad M_1 = t' - (t - t') \cdot 2C,$$

где M – ожидаемый минимум температуры воздуха;

M_1 – ожидаемый минимум температуры поверхности почвы;

t' – температура смоченного термометра в 13 часов;

t – температура сухого термометра в 13 часов;

C — коэффициент, зависящий от относительной влажности воздуха (см. приложение 3).

Полученная расчетная минимальная температура уточняется по данным наблюдений за облачностью в 21 час: если облачность (N) менее 4 баллов, полученную температуру надо понизить на $2,0^\circ\text{C}$, при облачности 4—7 баллов минимум остается без изменения, если облачность более 7 баллов, полученный минимум надо повысить на $2,0^\circ\text{C}$.

Исходные данные взять согласно варианту в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные к заданию 4

Элементы	В а р и а н т ы																	
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
$t, ^\circ\text{C}$	8,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	4,6	4,7	7,8	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7
$t', ^\circ\text{C}$	4,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	5,8	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	6,5	4,6	4,7
$f, \%$	75	45	60	50	70	55	50	70	80	85	55	60	70	65	70	70	65	60
N , баллы	4	5	6	7	8	5	1	6	4	10	8	2	0	6	10	8	9	3

Элементы	В а р и а н т ы																
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
$t, ^\circ\text{C}$	8,8	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	4,3	7,8	7,9	7,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
$f, ^\circ\text{C}$	4,8	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,3	3,8	3,9	4,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
$U \%$	70	40	60	50	55	60	65	80	86	60	70	45	50	55	60	65	45
N , баллы	10	0	4	2	10	6	10	8	8	1	2	3	7	0	4	8	0

Элементы	В а р и а н т ы																	
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
$t, ^\circ\text{C}$	5,6	5,7	5,8	5,0	7,0	6,3	6,4	6,6	4,1	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	11,4
$f, ^\circ\text{C}$	2,6	2,7	2,8	2,0	3,0	3,3	3,4	3,6	3,1	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	6,4
$U \%$	60	65	55	70	45	60	65	70	85	57	55	65	70	75	60	80	55	55
N , баллы	1	5	6	4	2	6	5	7	9	2	8	4	5	9	0	6	1	3

Элементы	В а р и а н т ы																	
	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
$t, ^\circ\text{C}$	11,6	11,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	6,0	6,1	6,2	10,4	10,6	10,8	11,0	10,0	10,2	10,4
$f, ^\circ\text{C}$	6,6	6,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	3,0	3,1	3,2	7,4	7,6	7,8	8,0	6,0	6,2	6,4
$U \%$	45	70	60	80	85	82	80	65	45	70	55	80	75	88	80	70	55	65
N , баллы	2	9	1	7	8	5	10	2	0	4	1	8	4	8	2	6	3	5

Элементы	В а р и а н т ы														
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
$t, ^\circ\text{C}$	10,6	10,8	11,0	11,0	4,9	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	10,0	9,6	9,8	10,0	10,0
$f, ^\circ\text{C}$	6,6	6,8	7,0	6,0	0,9	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	3,0	6,6	6,8	7,0	8,0
$U \%$	60	82	60	50	50	80	55	82	60	70	80	85	65	75	88
N , баллы		10	1	0	8	5	0	9	2	1	9	4	3	0	6

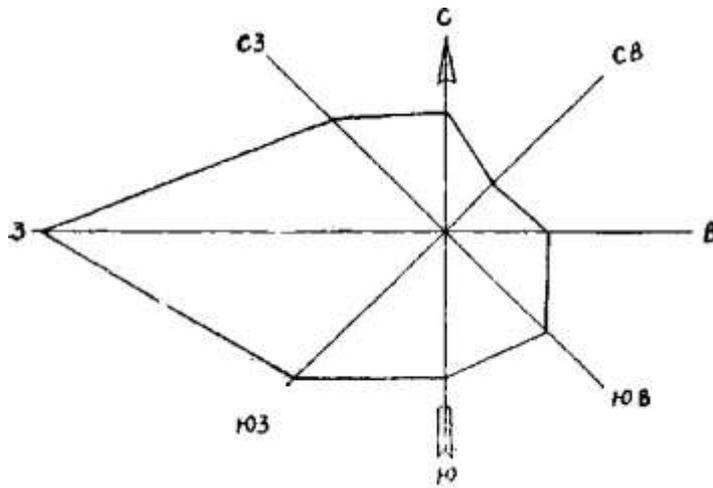
Элементы	В а р и а н т ы													
	86	87	88	89	90	91	92	93	94'	95	96	97	98	99
$t, ^\circ\text{C}$	0,	10,2	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,8	7,8	8,0	8,2
$f, ^\circ\text{C}$	8,2	7,2	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,0	5,2
$U \%$	90	70	70	45	50	60	65	80	85	70	88	80	70	65
N , баллы	2	1	10	6	2	9	1	8	5	0	6	4	0	3

Задание 5

1. Построить розы ветров для января и июля (по своему району).

2. Проанализировать розы ветров в интересах мелиорации земель. Исходные данные (повторяемость направления ветра, %) для построения розы ветров необходимо взять из справочника получить на ближайшей метеорологической станции или станции БГСХА. Занести их в таблицу (см. табл. 5).

Для построения розы ветров вначале необходимо начертить восемь румбов направлений, затем в масштабе (1 мм – 1%) отложить на румбах значение повторяемости каждого направления и точки соединить прямыми линиями.



Р и с. 2. Роза ветров.

На рисунке 2 приведен образец розы ветров, построенной по данным табл. 5. Анализируя розу ветров, можно сделать вывод, что в районе Брянской ГСХА в январе преобладает западный ветер. Поэтому при проектировании гидромелиоративных мероприятий снегозадерживающие средства (щиты, кулисы, лесополосы и др.) лучше располагать в направлении с севера на юг под углом 90 градусов.

Таблица 5

Повторяемость направлений ветра (%)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	10	5	8	10	10	15	30	12
Июль	12	7	9	12	8	14	16	17

Задание 6

1. Составить сводные таблицы метеорологических условий последнего теплого периода и средних многолетних характеристик (по своему району).

2. Составить описание метеорологических условий теплого периода, когда проводятся работы по мелиорации земель.

Описание метеорологических условий составляют на основе анализа таблиц, в которых содержатся данные метеорологических наблюдений за описываемый год и многолетние средние характеристики, называемые нормами.

Данные наблюдений за отдельные годы публикуются в декадных метеорологических бюллетенях, многолетние средние (нормы) — в климатических справочниках.

При отсутствии необходимой литературы данные для составления описания метеорологических условий можно получить на ближайшей метеорологической станции. Все данные необходимо заносить в заранее подготовленные таблицы (см. табл. 6, 7).

При составлении описания метеорологических условий необходимо охарактеризовать условия отдельных периодов года (весеннего, летнего, осеннего) в сравнении со средними многолетними, а затем дать оценку основных показателей за вегетационный период в целом. Следует также указать, как эти условия отразились на мелиоративных работах.

Пример характеристики метеорологических условий (по данным табл. 6, 7).

Весна была ранняя, исключительно теплая и дружная. Среднесуточная температура воздуха перешла через 0°C 24 марта, что на 8 дней раньше нормы. С этого времени началось интенсивное таяние снежного покрова. Сход его произошел на 10 дней раньше обычного - 2 апреля.

Очень теплая погода, установившаяся с начала апреля, способствовала ускоренному высушиванию и эрозии почвы. Уже к 12 апреля, на 12 дней раньше нормы, почва оттаяла, стала быстро просыхать и прогреваться, начался вынос мелкозема ветром (дефляция).

В апреле—мае средняя декадная температура воздуха превышала норму на $3,0... 10^{\circ}\text{C}$. Переход средней суточной температуры воздуха через 5°C наблюдался 4 апреля, что на 2 недели раньше нормы, а через 10°C - 1 мая, т.е. на 6 дней раньше нормы.

Лето в основном характеризовалось теплой погодой со средними декадными температурами воздуха, близкими к норме или превышающими ее на $1,0... 2,0^{\circ}\text{C}$. Максимальная средняя декадная температура воздуха наблюдалась в третьей декаде июля и составила $19,3^{\circ}\text{C}$. Самая низкая средняя декадная температура воздуха - $12,6^{\circ}\text{C}$ - наблюдалась во второй декаде августа.

С начала лета ускоренно происходило накопление тепла и на 31 июля сумма активных температур составила 1574°C , что почти на 300°C выше нормы. Повышенная температура воздуха способствовала ускоренному испарению влаги, развитию дефляции почвы.

Осень была теплой и продолжительной. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 10°C осуществился только в октябре, значительно позже обычного. В связи с этим сумма активных температур оказалась выше нормы почти на 500°C .

Количество осадков за весь теплый период (с мая по сентябрь) составило около 90% нормы, однако выпадение осадков было крайне неравномерным. Значительные дожди проходили в конце мая - начале июня, в первой декаде июля и в конце августа - начале сентября. Очень сухими были первая и вторая декады мая, вторая и третья декады июля и сентября. В течение всего лета запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—50 см были значительно ниже средних многолетних и нередко составляли менее 40 мм, приближаясь к критическим.

Из-за неравномерного выпадения дождей и повышенной температуры воздуха растения испытывали недостаток влаги.

**Метеорологические данные за вегетационный период.
Московская область, Одинцовский район, метеостанция Немчиновка**

Метеоэлементы		Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Средняя температура воздуха, °С	2007г.	10,7	6,5	9,8	15,9	19,2	12	16,6	17,3	18,1	17,0	18,3	19,3	16,7	12,6	115,1	13,7	13,2	13,1
	сред. мн.	0,3	3,7	7,1	9,6	11,5	14,1	14,4	15,4	16,4	17,4	17,8	17,7	17,1	15,9	14,4	12,5	10,8	8,1
Средняя температура почвы на глубине 10 см, °С	2007г.	–			15,4	18,6	15,5	17,4	17,9	18,4	18,9	19,3	19,6	19,2	17,8	16,5	14,6	13,3	12,9
	сред. мн.	–	–	–	11,9	13,8	16,4	16,4	17,9	19,6	19,9	20,5	21,1	19,2	18,1	16,8	15,3	13,9	13,7
Сумма активных (выше 0°С) температур нарастающим итогом на последний день декады, °С	2007г.				159	351	489	655	828	1009	1179	1362	1574	1741	1867	2033	2171	2303	2434
	сред. мн.	–	–	–	30	145	300	444	598	762	936	1114	1308	1479	1638	1796	1921	2029	–
Сумма осадков, мм	2007г.	–	–	–	0,3	2,5	31,9	38,7	5,9	1,0	55,2	8,7	17,9	30,4	12,0	46,4	31,6	0,4	0,0
	сред. мн.		–		17	17	16	21	22	22	26	27	27	24	23	23	19	18	18
Запас продуктивной влаги в почве под ячменем в слое 0—50 см, мм	2007 г.	–	–	–	73	46	34"	56	39	20	54	32	–	–	–	–	–	–	–
	сред. мн.	–	–	–	100	95	90	80	80	85	90	90	90	90	90	–	–	–	–

Таблица 7

Метеорологические признаки наступления весны

Показатели	Дата	
	2007г.	средняя многолетняя
Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°С	24.03	01.04
Сход снежного покрова	02.04	12.04
Переход среднесуточной температуры воздуха через +5°С	04.04	18.04
Переход среднесуточной температуры через +10°С	01.05	07.05
Полное оттаивание почвы	12.04	24.04
Последний заморозок в воздухе	10.04	10.05

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Таблица значений синусов

h_0	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°
$\sin h_0$	0,04	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38
h_0	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°
$\sin h_0$	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70
h_0	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	62°		
$\sin h_0$	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89		

Приложение 2

Максимальная упругость водяного пара (гПа), 1 мб=1 гПа

$t, ^\circ\text{C}$	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-9	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
-8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1
-7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
-6	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,6
-5	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9
-4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2
-3	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
-2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9
-1	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3
0	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7
1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
2	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
3	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
4	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
5	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7
6	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
7	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	10,0
8	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,6
9	10,7	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
10	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
11	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
12	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9
13	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
14	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
15	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
16	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	18,0	18,1
17	18,2	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,3
18	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,5	20,5
19	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
20	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,7	22,8	23,0	23,1	23,2
21	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
22	24,9	25,0	25,2	25,4	25,5	25,7	25,8	26,0	26,1	26,3
23	26,5	26,6	26	26,9	27,1	27,3	27,4	27,6	27,8	27,9
24	28,1	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,2	29,3	29,5	29,7
25	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
26	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,0	33,2	33,4
27	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,1	35,3	35,5
28	35,7	35,9	36,1	36,3	36,5	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6
29	37,8	38,1	38,3	38,5	38,7	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9
30	40,1	40,3	40,6	40,8	41,0	41,3	41,5	41,8	42,0	42,2
31	42,5	42,7	43,0	43,2	43,5	43,7	44,0	44,2	44,5	44,7

Приложение 3

Значение коэффициента С в зависимости от влажности воздуха

Относительная влажность, $f, \%$	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Коэффициент c	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0

Относительная влажность, f, %	75	80	82	85	88	90	93	96	100
Коэффициент с	2,5	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,3	4,6	5,0

Примерный тематический план лекций и лабораторно-практических работ

Лекция № 1

1. Задачи метеорологии.
2. Методы исследований, применяемые в метеорологии.
3. Состав и строение атмосферы.
4. Лучистая энергия Солнца.

Лекция № 2

1. Температурный режим почвы и воздуха.
2. Водяной пар в атмосфере.
3. Образование облаков и осадков.
4. Атмосферное давление и ветер.
5. Погода и ее прогноз.

Лекция № 3

1. Климат. Климатообразующие факторы.
2. Мелиоративная оценка климата.
3. Климатические ресурсы Российской Федерации.
4. Виды и формы метеорологического обеспечения мелиорации, рекультивации и охраны земель.

Лабораторная работа № 1

1. Измерение радиационных потоков от Солнца.
2. Измерение температуры почвы и воздуха.

Лабораторная работа № 2

1. Измерение влажности воздуха.
2. Измерение осадков и расчеты запасов воды в снежном покрове.

Лабораторная работа № 3

1. Измерение характеристик ветра и атмосферного давления.
2. Обработка лент самописцев.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Методические указания по изучению дисциплины	4
Методические советы по изучению отдельных тем дисциплины и вопросы для самостоятельной проверки знаний	5
Введение	5
1. Атмосфера	5
2. Солнечная радиация	5
3. Температурный режим почвы	6
4. Температурный режим воздуха 1	7
5. Водяной пар в атмосфере 1	7
6. Осадки. Снежный покров. Почвенная влага	8
7. Ветер. Погода и ее предсказание	9
8. Климат и его значение для мелиорации и рекультивации	10
10. Метеорологические наблюдения	11
11. Метеорологические прогнозы	11
Задания для контрольной работы	12
Задание 1	13
Задание 2.	15
Задание 3.	18
Задание 4.	20
Задание 5.	21
Задание 6.	22
Приложения	25

Учебное издание

Васильев М.Е.

МЕТЕОРОЛОГИЯ
С ОСНОВАМИ КЛИМАТОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
(НАПРАВЛЕНИЕ 656400 «Природообустройство»)

Четвертое издание

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 07.11.2011 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,63. Тираж 150 экз. Изд. 2043.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА.