

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. А. Барановская

МЕЛИОРАЦИЯ С ОСНОВАМИ ГЕОДЕЗИИ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК 631.6: 528.2/3:528.4:528.5:528.9:528.01/.06:528.02

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, зам. директора Института агроинженерии
и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ» по основной образовательной
деятельности, доцент кафедры технологии продуктов питания
М. Н. Альшевская

Барановская, Е. А.

Мелиорация с основами геодезии и землеустройства: учеб.-методич.
пособие по выполнению лабораторных работ для студ. бакалавриата по напр.
подгот. 35.03.04 Агрономия / Е.А. Барановская. – Калининград: Изд-во ФГБОУ
ВО «КГТУ», 2025. – 75 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ
«Мелиорация с основами геодезии и землеустройства» представлен план
проведения занятий, учебно-методические материалы по выполнению каждой
лабораторной работы, общее содержание изучаемых тем, требования к технике
безопасности при выполнении работ, форма отчета по лабораторному занятию,
вопросы для самоконтроля.

Табл. 24, рис. 11, список литературы – 15 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 20 марта 2025 г., протокол № 8

Учебное пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 31 марта 2025 г., протокол № 3

УДК 631.6:528.2/3:528.4:528.5:528.9:528.01/.06:528.02

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Барановская Е. А., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	6
2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	71
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Мелиорация с основами геодезии и землеустройства» относится к профессиональному модулю основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающегося комплекса общепрофессиональных и профессиональных компетенций, обеспечивающих способность разработки системы агромелиоративных мероприятий с учетом плодородия, крутизны и экспозиции склонов, уровня грунтовых вод, культуртехнического состояния земель.

Задачи изучения дисциплины:

- установление соответствия агроландшафтных условий требованиям сельскохозяйственных культур при их размещении по территории землепользования;
- освоение методов организации работы коллектива подразделения сельскохозяйственной организации по производству продукции растениеводства;
- формирование навыков расчета норм осушения и орошения сельскохозяйственных культур, водного баланса почв, междуречных расстояний;
- освоение методов работы с геодезическими приборами и инструментами на всех этапах проведения геодезических работ;
- формирование навыков работы с топографическими планами и картами;
- установление соответствия агроландшафтных условий требованиям сельскохозяйственных культур при их размещении по территории землепользования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные виды мелиораций, типы агромелиоративных ландшафтов;
- требования сельскохозяйственных культур к водному режиму почвы; способы определения влажности почвы и ее регулирования;
- устройства, назначение и принцип работы осушительных и оросительных систем; мероприятия по сохранению экологической устойчивости агромелиоративных ландшафтов;
- основные составные части земельного кадастра для агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения и рационального землепользования, определения оптимальных размеров и контуров полей на местности.

Уметь:

- определять соответствие требований сельскохозяйственных культур почвенным условиям;
- планировать размещение сельскохозяйственных культур на территории землепользования в соответствии с агроландшафтными условиями;
- пользоваться геодезическими приборами при проведении землеустройства, определении контуров полей на местности;
- составлять проект внутрихозяйственного землеустройства с целью раз-

работки рекомендаций по рациональному использованию земель, оптимальному размещению угодий и севооборотов, для высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники, рациональной организации производства сельскохозяйственных предприятий различной формы собственности.

Владеть:

- методами расчета водного баланса почв;
- методами регулирования водно-воздушного режима почв;
- навыками подготовки данных для обработки и составления землеустроительного проекта;
- методами проектирования землеустроительных работ с учетом территориальных особенностей.

1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

При освоении курса «Мелиорация с основами геодезии и землеустройства» студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

На лабораторных занятиях студентам необходимо организовать работу в подгруппах, чтобы нагрузка по выполнению заданий была распределена равномерно между всеми участниками.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. По разделам дисциплины необходимо пользоваться рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями, методическими указаниями для выполнения лабораторных работ, где студент может ознакомиться с материалом по данному разделу (теме).

В ходе самостоятельной подготовки студентов к лабораторному занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой занятия.

Планирование и организация самостоятельной работы студента при подготовке к лабораторным занятиям

Самостоятельная работа по дисциплине включает освоение учебного материала, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к зачету и его сдачу.

Готовиться к лабораторным занятиям, выполнять другие задания самостоятельной работы, готовиться к промежуточному контролю знаний нужно одинаково. Оптимальный вариант планирования и организации студентом времени, необходимого для изучения дисциплины, – распределить учебную нагрузку равномерно в течение семестра, т. е. каждую неделю знакомиться с необходимым теоретическим материалом на лекционных занятиях, закреплять полученные знания на лабораторных занятиях и самостоятельно, прочитывая рекомендуемую литературу.

К лабораторным занятиям необходимо готовиться за 1-2 дня до срока их проведения, чтобы была возможность проконсультироваться с преподавателем по трудным вопросам. Допуск к экзамену по дисциплине предполагает своевременное выполнение всех лабораторных работ и заданий самостоятельной работы.

Самостоятельную работу следует выполнять в соответствии с графиком самостоятельной работы и требованиями, предложенными преподавателем дисциплины.

По каждому разделу дисциплины в течение семестра осуществляется систематический контроль формирования знаний, умений и навыков студентов (в том числе приобретенных в результате самостоятельной работы) на лабораторных занятиях - в виде письменного или устного тестирования в

течение (10÷15) мин, а также непосредственно в ходе лабораторного занятия; путем самопроверки (самоконтроля). Оценка результатов такого контроля учитывается при промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине (на зачете).

На лабораторных занятиях не только закрепляется учебный материал, полученный во время лекций, но и приобретаются новые знания, умения и навыки, а также в виде письменного тестирования осуществляется текущий контроль результатов освоения учебного материала. Все занятия носят проблемный характер, в ходе их проведения четко ставится проблема, требующая серьезного ее осмысления студентом и получения конкретных результатов, рассматриваются подходы и методы ее решения, по которым необходимо сделать правильные выводы. В целях более глубокого усвоения учебного материала и контроля эффективности обучения по каждой теме занятия студентам предлагается решить одну или несколько ситуационных задач. В случае пропуска занятия необходимо его отработать по предварительному согласованию с преподавателем.

Тематический план лабораторных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	1. Освоение методов комплексной оценки мелиоративного состояния земель	2	1
2	2. Определение влажности почвы	4	-
3	3. Определение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы	4	-
4, 5	4. Проектирование горизонтального дренажа территории сельскохозяйственных земель	4	4
6	5. Построение кривой обеспеченности осадков вегетационного периода	2	-
6	6. Расчет оросительной и поливной норм для сельскохозяйственных культур	4	2
6	7. Составление режима орошения сельскохозяйственных культур	4	-
7	8. Разработка мелиоративных мероприятий по первичному освоению и окультуриванию земель	4	2
7	9. Разработка технологии залужения мелиорированных земель	4	-
Итого за семестр		32	6

<i>6-й семестр (очная форма), 3-й курс летняя сессия (заочная форма)</i>			
9	10. Решение задач на топографических картах и планах	6	-
9	11. Определение площадей земельных угодий на картах	4	2
12	12. Прогнозирование резервов земель для сельскохозяйственного освоения	4	-
14	13. Нивелирование. Изучение устройства нивелира	2	2
14	14. Нивелирование. Определение превышений способом геометрического нивелирования	4	2
14	15. Теодолитная съемка. Изучение устройства теодолита	2	2
14	16. Теодолитная съемка. Измерение горизонтальных и вертикальных углов	4	-
15	17. Вычисление объемов земляных работ при вертикальной планировке поверхности полей	6	-
Итого за семестр		32	8
Итого по дисциплине		64	14

Содержание лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Освоение методов комплексной оценки мелиоративного состояния земель

Цель работы: Освоение методов оценки мелиоративного состояния земель.

Задание: 1) Изучить показатели оценки мелиоративного состояния земель, используя справочную информацию. 2) Составить таблицу соответствия состояния земель и методов его оценки.

Используемые материалы и оборудование: информационные таблицы.

Отчетные материалы: таблицы с критериями оценки состояния земель.

Теоретические сведения

Комплексным показателем мелиоративного состояния осушаемых земель и эффективности действия инженерных систем является урожайность сканируемых культур (культур-индикаторов). Блок-схема оценки мелиоративного состояния осушаемых земель приведена на рисунке 1.

В качестве гидрологических критериев оценки мелиоративного состояния осушаемых земель по водному режиму используются показатели по длительности отвода поверхностных вод и освобождения пахотного (0-30 см) слоя от гравитационной воды, по глубине залегания почвенно-грунтовых вод (ПГВ) в различные периоды вегетации.

Наблюдения за состоянием водного режима осушаемых земель необходимо проводить в течение всего полевого сезона (весна-лето-осень). Начинать обследование следует весной в период оттаивания почвы, максимального дре-

нажного стока, наступления физической спелости почвы и проведения весенних полевых работ.

В период вегетации культур обследование осушаемых земель по состоянию посевов (культур-индикаторов) лучше всего проводить после выпадения большого количества осадков, в критические фазы развития посевов при проявлении адаптивной реакции растений на переувлажнение (лучше всего в фазу трубкования - начала колошения зерновых культур). Дополнительно обследование рекомендуется проводить во время и после уборки урожая, осенью при проведении зяблевого комплекса полевых работ.

Обследуемые участки или поля следует сравнивать с эталонными. За эталонный участок принимают осушаемые земли, находящиеся в хорошем мелиоративном состоянии, имеющие с обследуемыми массивами близкие агротехнические, почвенные и гидрологические условия, или поля с автоморфными почвами, где осушение не требуется. Границы неблагополучных по водному режиму участков устанавливаются визуально по внешним признакам и указываются на схеме.

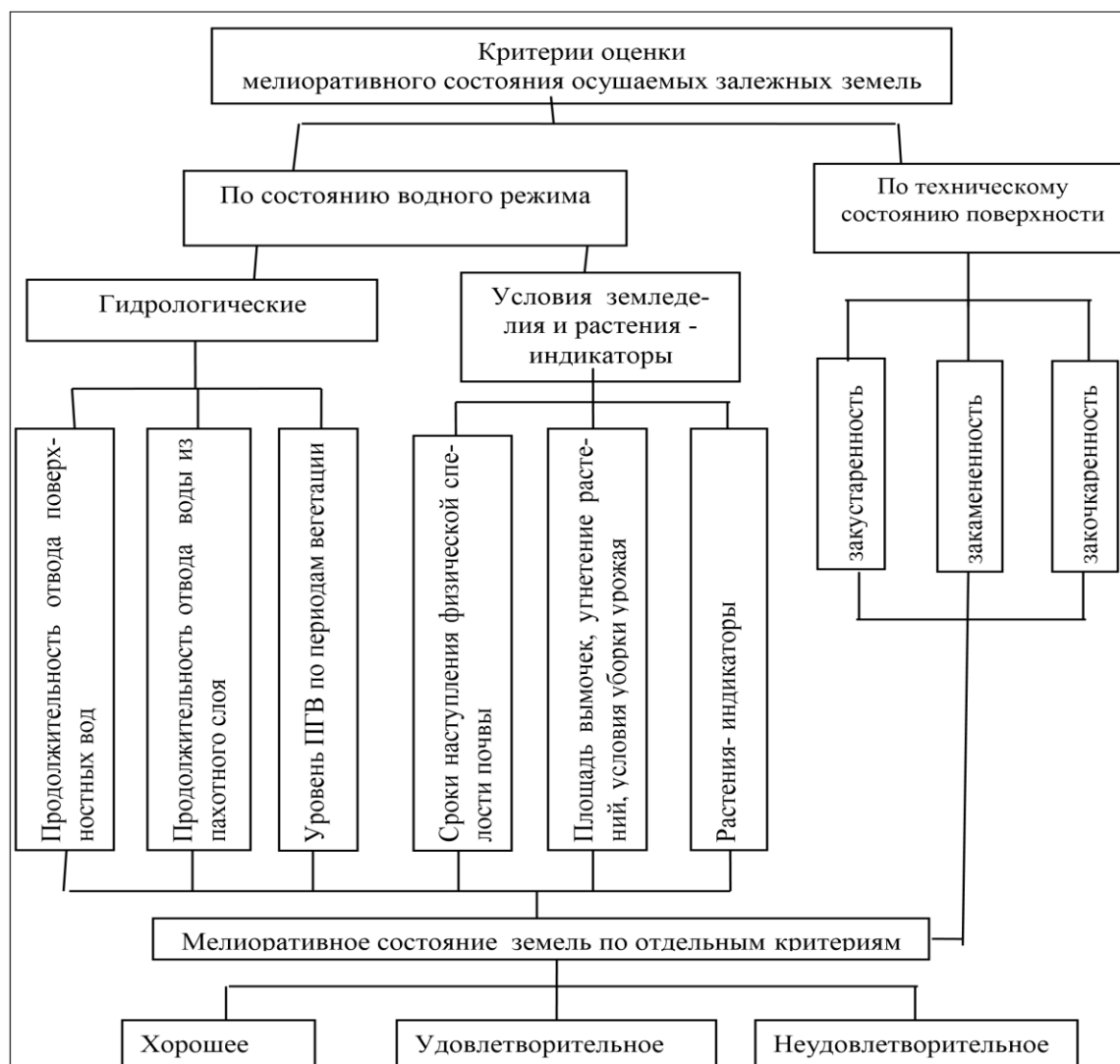


Рисунок 1 - Схема комплексной оценки мелиоративного состояния осушаемых земель

При оценке мелиоративного состояния осушаемых земель по наличию вымочек и застою поверхностных вод обследование объектов мелиорации проводится весной после схода снежного покрова и в период вегетации – после выпадения интенсивных осадков, осенью – во время и после уборки урожая путём визуального картирования. Причинами, вызывающими появление вымочек, застоя воды в пахотном слое (переувлажнение) и на поверхности почвы, могут быть высокий уровень почвенно-грунтовых вод (УПГВ), неудовлетворительная работа дренажной сети, отсутствие поверхностного стока из замкнутых понижений, наличие переуплотненного подпахотного слоя (водоупор-плужная подошва).

Мелиоративное состояние осушаемых земель в зависимости от сроков отвода поверхностных вод и освобождения пахотного (0-30 см) слоя от гравитационной воды в вегетационный период определяется по таблице 2.

Таблица 2 – Оценка мелиоративного состояния осушаемых земель

Критерии оценки мелиоративного состояния осушаемых земель		Ед. измерения	Мелиоративное состояние			Примечание
			хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное (плохое)	
Опоздание с началом полевых работ весной из-за переувлажнения почвы		сутки	< 3-5	5-10	> 10	По сравнению с эталонным осушаемым участком или полями с автоморфными почвами
Снижение урожайности (ячмень, картофель) из-за переувлажнения почвы в многоводный год (обеспеченность 10-30 %)		%	0-15	15-30	> 30	За 100 % принята урожайность культуры на эталонном участке с автоморфными почвами
Продолжительность застоя поверхностных вод и гравитационной влаги в пахотном слое:	зерновые, однолетние травы, силосные, многолетние травы, пастбища	сутки	$\leq 1,0$ $< 2,0$	$\frac{1,0-2,5}{2,0-3,5}$	$\geq 2,5$ $> 3,5$	В числителе - допустимая продолжительность отвода поверхностных вод; в знаменателе - допустимые сроки отвода гравитационной влаги из пахотного слоя, сутки
	картофель, корнеплоды		$\leq 0,5$ $< 1,0$	$\frac{0,5-1,5}{1,0-2,5}$	$\geq 1,5$ $> 2,5$	
	сенокосы		$\leq 1,0$ $< 3,0$	$\frac{1,0-2,5}{3,0-5,0}$	$\geq 2,5$ $> 5,0$	

Продолжительность отвода поверхностных вод определяется путем ежедневного визуального картирования их скоплений на поверхности участка после выпадения значительных осадков (более 15 мм/сут).

Если продолжительность отвода поверхностных вод с отдельных территорий превышает нормативный срок, необходимо предусмотреть на этой площади агромелиоративные мероприятия. Длительность отвода гравитационной воды из пахотного слоя устанавливается по данным наблюдений за УПГВ.

Оценка обследуемых участков по срокам запаздывания полевых работ весной проводится относительно дат их начала на эталонном участке. Началу полевых работ соответствует дата, когда на эталонном участке почва достигает физической спелости (мягкопластичного состояния), а уровень почвенно-грунтовых вод находится на глубине более 0,4 м.

В период основной вегетации состояние осушаемых земель может определяться по наличию и относительной площади вымочек сельскохозяйственных культур, прежде всего культур-индикаторов.

Площадь вымочек устанавливается в процентах от общей площади обследуемых участков, учитываются все территории с полной гибелью растений от переувлажнения почвы (таблица 3). Анализ мелиоративного состояния по наличию гибели посевов от переувлажнения проводится с учетом водности в периоды образования вымочек.

Таблица 3 – Оценка мелиоративного состояния осушенных земель по относительной площади вымочек сельскохозяйственных культур (%)

Характеристика водности периода (обеспеченность, %)	Мелиоративное состояние осушенных земель		
	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
Маловодный (90-70)	0	0	> 1
Средний (60-40)	0	1-2	> 2
Многоводный (30-10)	0-1	2-5	> 6
Примечание. Больше обеспеченности осадков соответствует меньшая относительная площадь вымочек			

В период уборки урожая критериями оценки мелиоративного состояния осушаемых земель могут быть визуальные наблюдения за условиями и качеством проводимых работ, проходимость сельскохозяйственной техники, колеи и т. д. (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка мелиоративного состояния осушаемых земель в зависимости от условий уборки урожая

Степень увлажнения почвы, % ПВ	Состояние почвы	Условия уборки	Мелиоративное состояние осушаемых земель
Избыточно увлажненная (более 90)	текучее	Полевые работы почти невозможны, так как трактора и машины вязнут в жидкой почве	крайне неудовлетворительное
Сильно увлажненная (75-90)	липкое	Полевые работы затруднены, требуется большое тяговое усилие. Качество работ низкое. Остаются глубокие колеи	неудовлетворительное
Хорошо увлажненная (65-75)	мягко-пластичное	Проходимость техники и условия уборки удовлетворительные. Местами остаются колеи в пахотном слое	удовлетворительное
Слабо увлажненная и сухая (менее 65)	твёрдо-пластичное и твёрдое	Проходимость техники и условия уборки хорошие. Качество работ высокое	хорошее

Оценку мелиоративного состояния осушаемых земель по продуктивности посевов проводят в многоводный год. Критерием является относительная урожайность (доли ед., Y_1), которую определяют относительно эталонных участков по формуле 1:

$$Y_1 = \frac{Y_0}{Y_{\text{э}}}, \quad (1)$$

где Y_0 – урожайность культур на обследуемом осушаемом участке, т/га;
 $Y_{\text{э}}$ – урожайность на эталонном осушаемом участке, т/га ($T_{\text{корм. ед./га}}$).

В качестве культур-сканеров используются культуры наиболее требовательные к водно-воздушному режиму – ячмень, яровая пшеница, картофель. При этом необходимо учитывать, что применение индексов относительной урожайности культур-индикаторов в качестве критерия оценки мелиоративного состояния осушаемых земель по водному режиму правомерно только при наличии данных по урожайности, полученных в многоводные годы, близкие к расчетной (нормативной) обеспеченности. В маловодные и даже в средние по вод-

ности годы использование этого критерия может привести к значительным ошибкам.

Мелиоративное состояние осушаемых земель с грунтовым или грунтово-напорным типом водного питания можно определить в зависимости от средней за период (предпосевно-посевной, вегетационный и уборочный) глубины залегания УПГВ. В многоводные годы (10-30 %-й обеспеченности) оценка производится в зависимости от средней глубины залегания уровня почвенно-грунтовых вод, в метрах от поверхности.

В средние по водности (40-60 %) и маловодные (70-90 %) годы для оценки состояния осушаемых земель необходимо использовать данные наблюдений за УПГВ на эталонном и обследуемом участках. Если окажется, что средняя глубина залегания УПГВ (H_3) на эталонном участке за указанные в таблице периоды примерно равна или меньше УПГВ (H_0) на обследуемом участке, то мелиоративное состояние последнего следует считать хорошим. При $(H_3 - H_0) = 0,1-0,2$ м мелиоративное состояние обследуемого участка по этому критерию режима осушения будет удовлетворительным; при $(H_3 - H_0) = 0,3-0,4$ м – неудовлетворительным.

В предпосевной период минимальная глубина почвенно-грунтовых вод, обеспечивающая проходимость сельскохозяйственной техники, составляет 0,4-0,5 м от поверхности почвы. В период вегетации УПГВ на полях должен соответствовать нормам осушения и видам севооборотов (0,8-1,2 м).

Ход работы. Пояснение к заданию

По результатам анализа обследования составить карту-схему (таблицу) мелиоративного состояния осушаемых земель с выделением массивов и участков, находящихся в хорошем, удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии по водному режиму, уточнить причины неудовлетворительного состояния отдельных участков и массивов по этому критерию.

Эти данные будут использоваться в лабораторной работе № 5, где необходимо нанести на карту-схему: тип водного питания, уклоны поверхности, места скопления поверхностных вод, основные элементы мелиоративных систем – водосбросные воронки, колодцы-поглотители, открытые каналы, расположение коллекторов и дренажей, закаменённость, состояние растений (*продолжение задания в ЛР № 5*).

Контрольные вопросы:

1. Как характеризуется состояние почвы при оценке мелиоративного состояния земель?
2. Каковы критерии оценки мелиоративного состояния земель по состоянию водного режима?
3. Каковы критерии оценки мелиоративного состояния земель по техническому состоянию поверхности?

Лабораторная работа № 2. Определение влажности почвы

Цель работы: освоить термостатно-весовой метод определения влажности почвы.

Задание: определить влажность почв в отобранных пробах.

Используемые материалы и оборудование: весы лабораторные 4-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 100 г; шкаф сушильный с регулятором температуры от 80 до 105 °С; стаканчики весовые алюминиевые с крышками ВС-1; щипцы тигельные; эксикатор; шпатель; часовое стекло; карандаш восковой; вазелин технический; кальций хлористый технический.

Отчетные материалы: таблица с расчетом влажности почвы в образцах (по вариантам).

Теоретические сведения

Своевременное и правильное определение влажности почвы позволяет сократить расход водных ресурсов и связанные с ним косвенные расходы на нерациональное использование удобрений, потерю урожая и ухудшение качества продукции. Расчетные методы и рекомендации по оптимальному уровню увлажнения позволяют определять точное количество воды для растений, что исключает дефицит воды для растений, препятствует вымыванию удобрений, стимуляторов и гербицидов в нижние слои почвы, позволяя получать высокий урожай экологически безопасной продукции.

Термостатно-весовой метод определения влажности почвы

Основным и наиболее точным методом определения влажности почвы является *Термостатно-весовой метод*. Определение влажности почвы проводится в соответствии с Межгосударственным стандартом (ГОСТ 28268-89), распространяющимся на некаменистые почвы, т. е. почвы, в которых массовая доля частиц крупнее 3 мм не превышает 0,5 %.

Сущность метода заключается в определении потери влаги при высушивании почвы.

Ход работы:

1. Отобрать почвенные пробы с участка на местности с характерной густотой посевов (посадок) растений, рядом с корневой системой. *Для точности эксперимента необходимо сделать забор проб на одной точке в трех повторностях.*

2. Пробу, поступившую на анализ, тщательно перемешать. Методом квартования из нее отобрать две аналитические пробы массой 15-50 г каждая (чем ниже влажность, тем больше масса пробы).

3. Чистые пронумерованные стаканчики просушить в шкафу при температуре (105 ± 2) °С в течение 1 ч. Затем вынуть их из шкафа, охладить в эксикаторе с хлористым кальцием и взвесить с погрешностью не более 0,1 г.

4. Заполнить стаканчики (бюксы) почвой, взвесить с погрешностью не более 0,1 г, не закрывая, поместить в нагретый сушильный шкаф вместе с крышками. Занести данные в журнал и сушить около 2 ч.

5. После сушки вынуть и незамедлительно закрыть стаканчики, чтобы влага из воздуха не адсорбировалась в почву. Затем стаканчики остудить 10-15 мин и взвесить, заполняя в таблице столбик вес стаканчика с сухой почвой.

6. Почву необходимо высушивать до постоянной массы при температуре: (105 ± 2) °С - все почвы, за исключением загипсованных; (80 ± 2) °С - загипсованные почвы.

Примечание. После каждого высушивания стаканчики с почвой закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием и взвешивают с погрешностью не более 0,1 г.

Если взвешивание производят не позднее 30 мин после высушивания, можно охлаждать закрытые стаканчики на открытом воздухе без эксикатора. Высушивания и взвешивания прекращают, если разность между повторными взвешиваниями не превышает 0,2 г. Почвы с высоким содержанием органического вещества могут при повторных взвешиваниях иметь большую массу, чем при предыдущих, из-за окисления органического вещества при высушивании. В таких случаях для расчетов следует брать наименьшую массу.

Обработка результатов:

1. Полученные результаты занести в таблицу.
2. Произвести расчет массового отношения влаги в почве (в процентах) в таблице по формуле (2):

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m - масса влажной почвы со стаканчиком и крышкой, г;

m_1 - масса высушенной почвы со стаканчиком и крышкой, г;

m_0 - масса пустого стаканчика с крышкой, г.

ИЛИ по формулам:

$$O = N - L \quad (2.1)$$

$$P = M - N; \quad (2.2)$$

$$R = P / O \times 100 \% \quad (2.3)$$

O - масса сухой почвы; N - масса бюкса с сухой почвой; L - масса бюкса;

M - масса бюкса с сырой почвой; P - масса испарившейся воды;

R - процент влажности, %, от наименьшей влагоемкости (НВ).

За результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений. Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

Таблица 5 – Результаты анализа почвы

№ бюкса	Масса бюкса (L)	Масса бюкса с сухой почвой (N)	Масса сухой почвы (O)	Масса бюкса с сырой почвой (M)	Масса испарившейся воды (P)	Процент влажности, % (R), от НВ
1						
2						
3						
4						
...						

Чтобы узнать количество влаги в почве в % от наименьшей влагоемкости, нужно знать количество воды, которое слой почвы способен удерживать в порах без сброса в нижние слои. Это определяется опытным путем с помощью заливных площадок, на которых измеряют влажность в течение 3-5 дней (в зависимости от типа почвы), когда значение относительной влажности установится на более-менее постоянном уровне - это и следует считать значением 100 % НВ (наименьшая влагоемкость или ППВ - предельно-полевая влагоемкость).

Текущее значение влажности слоя почвы в процентах НВ = «относительная влажность (R)» / «значение относительной влажности при 100 % НВ» × 100 %.

Чтобы определить влажность почвы корнеобитаемого слоя, необходимо взять среднее значение всех слоев до нужной глубины.

Для ускорения расчетов нормы полива можно составить таблицу запасов влаги (обычно в т/га или м³/га) в разных слоях почвы и при разных значениях % НВ. После этого можно быстро рассчитать необходимое количество поливной воды для фактического значения НВ и планируемого значения НВ, разница и есть норма полива. При разных способах полива норму необходимо немного увеличить, учитывая потери на испарение, сток и т. п.

Контрольные вопросы:

1. Какие вы знаете методы определения влажности почвы?
2. Какова суть термостатно-весового метода определения влажности почвы?
3. Для чего необходимо знать оптимальные показатели увлажнения почвы?
4. Чем отличаются понятия «влажность» и «влагоемкость» почвы?

Лабораторная работа № 3. Определение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы

Цель работы: овладеть методикой расчёта водного баланса корнеобитаемого слоя почвы.

Задание: рассчитать водный баланс в заданных условиях.

Используемые материалы и оборудование: варианты заданий; исходные и справочные данные для расчетов.

Отчетные материалы: ведомость водного баланса (таблица).

Теоретические сведения

Методика расчета водного баланса корнеобитаемого (мелиорируемого) слоя почвы

Расчет водного баланса корнеобитаемого слоя мелиорируемой почвы проводится с целью установления необходимости проведения тех или иных мелиоративных работ. Рассчитывается водный баланс на годы 10%-ной (влажный), 50%-ной (средний), 75%-ной (среднезасушливый) и реже 90%-ной (засушливый) обеспеченности. Для ориентировочных расчетов элементов водного баланса (в миллиметрах) можно использовать следующую упрощенную мето-

дику. Уравнение водного баланса представляется выражением (пренебрегая конденсацией влаги):

$$W_K = W_H - \Delta W + \mu P + W_r - E, \quad (3)$$

где W_K и W_H - запасы воды в расчетном слое почвы в начале и конце расчетного периода (декады), ($\text{м}^3/\text{га}$); ΔW - запас влаги в слое прироста корневой системы растений за этот же период, ($\text{м}^3/\text{га}$); P - выпавшие осадки, ($\text{м}^3/\text{га}$); μ - коэффициент использования осадков, ($\mu = 0,7 - 0,8$); W_r - подпитывание корнеобитаемого слоя грунтовыми водами, ($\text{м}^3/\text{га}$); E - водопотребление, ($\text{м}^3/\text{га}$).

Ход работы. Пояснение к заданию

Начало расчета и определение составляющих параметров

При регулировании водного режима почв путем подпочвенного увлажнения изменяются не только влагозапасы. Под влиянием приходных и расходных характеристик не остается постоянным уровень грунтовых вод. Запас влаги на начало первой декады вегетационного периода принимают равным фактически наблюдаемому при посеве культуры.

1) *Параметр W_H* (запасы воды в расчетном слое почвы в начале расчетного периода (декады), ($\text{м}^3/\text{га}$) = влагозапасы на начало расчетного периода (февраль), когда почва полностью переувлажнена и наблюдается полная влагоемкость: ПВ = 100 %.

При отсутствии многолетних наблюдений его условно принимают равным влагозапасу при наименьшей влагоемкости (НВ), т. е.

$$W_H = W_{НВ}, \text{ м}^3/\text{га}. \quad (4)$$

Наименьшую влагоемкость приближенно можно принять:

для торфяных почв $W_{НВ} = 0,7 \times W_{П}$; для минеральных почв: $W_{НВ} = 0,5 \times W_{П}$, $\text{м}^3/\text{га}$.

Водные свойства почвы определяются полевым и лабораторным способами по существующим методикам. При отсутствии данных полную влагоемкость можно ориентировочно определить по таблице 1.

$W_{П}$ - влагозапасы при полной влагоемкости определяются по формуле (2):

$$W_{П} = 100 \times h_p \times П, \quad (5)$$

где h_p - глубина корнеобитаемого (мелиорируемого) слоя почвогрунта (1,0 м); $П$ - пористость почвы, в процентах к объему почвы (дается по варианту):

для песчаных почв - 35-40 %; супесчаных - 40-45 %; суглинистых - 45- 50 %; глинистых 45-65 %; для торфяных почв – 60-90 %. Данные приведены в таблицах 1-3.

Минимальную глубину корнеобитаемого слоя почвы принимают 10 см. В последующие декады прибавляют интенсивность прироста корневой системы до максимальной расчетной глубины. Максимальная расчетная глубина корнеобитаемого слоя почвы приведена в справочных таблицах.

Пример расчета данного параметра ($W_{П}$):

$$W_{П} = 100 \times 1 \text{ м} \times 50\% = 5\,000 \text{ м}^3/\text{га} \text{ (или 0,5 м воды)}.$$

2) *Параметр ΔW* (запас влаги в слое прироста корневой системы растений за расчетный период, м³/га.

С учетом того факта, что в феврале начинается работа дренажа и влага всасывается в дренаж, влагозапасы изменяются и в конце первого расчетного месяца становятся равны примерно 70 % от первоначального избыточного увлажнения, т. е. близки к оптимальным, тогда оптимальные влагозапасы составят:

$$\Delta W = 70\% \times W_{\Pi}(5000) = 3500 \text{ м}^3/\text{га}. \quad (6)$$

Указанную величину оптимальных влагозапасов не следует отводить в дренаж, оставить на начало второго расчетного месяца (март), отток в дренаж составят атмосферные осадки марта.

Влагозапас слоя прироста корневой системы растений определяют по формуле С. Ф. Аверьянова, уточненной П. А. Волковским с учетом проникновения корней в почву и глубины залегания УГВ.

$$\Delta W = W_{\Pi} \cdot \sqrt{1 - \frac{y_c}{H_k} \left(1 - \frac{B_z}{P_c}\right)^2}, \quad (7)$$

где W_{Π} - полная влагоемкость в слое корневой системы растений, м³/га;

P_c и B_z - средние пористость и влажность завядания, к объему почвы в слое y ; y_c - расстояние от УГВ до середины прироста корневой системы за расчетный период, м; H_k - максимальная высота капиллярного поднятия (справочная таблица).

Если $y > H_k$, то влагозапасы в слое прироста корневой системы растений принимают по зависимости:

$$W = K_H W_{HВ}, \quad (8)$$

где K_H - коэффициент, учитывающий насыщенность расчетного слоя влагой; $W_{HВ}$ - наименьшая влагоемкость в слое прироста корневой системы, м³/га.

3) *Параметр P* (выпавшие осадки): для Калининградской области средний годовой слой составляет: 500-700 мм/год (0,5-0,7 м) или 5 000-7 000 м³/га (справочная таблица).

Процентное распределение по месяцам производится в справочной таблице. Суммарный годовой слой осадков за расчетный период с февраля по январь умножается на долю осадков каждого месяца, выраженную в процентах:

$$P \text{ каждого месяца} = \sum \text{годовая сумма осадков} \times \%_{\text{месяца}}.$$

4) *Параметр W_{Γ}* (подпитывание корнеобитаемого слоя грунтовыми водами, м³/га:

$$W_{\Gamma} = 100 \times T \times R \times K \quad (9)$$

где R - величина подпитывания (из таблицы 7) см/сут.

(примерно параметр R для суглинка составляет 0,6 (зависит от высоты капиллярного поднятия); глины - 0,8; супеси - 0,1).

Параметр K - коэффициент сезонной неравномерности капиллярного

поднятия: летом $K = 0,6-0,4$; весной $K = 1$, осенью $K = 0,8$; T – продолжительность расчетного периода, в сутках.

Пример расчета данного параметра (W_T):

$$W_T = 100 \times 10 \text{ сут.} \times 0,6 \text{ см/сут} \times 1 = 600 \text{ м}^3/\text{га}$$

5) Параметр E (водопотребление).

Водопотребление - количество воды, необходимое для сельскохозяйственной культуры за период вегетации или расчетный период. Эта величина складывается из транспирации и испарения с поверхности почвы. На испарение в начале вегетации уходит большее количество влаги, чем в конце. После смыкания надземных частей растений расход на испарение составляет 5-10 %, остальное водопотребление - это собственно транспирация.

Суммарное водопотребление E определяют по общим и выведенным для конкретных условий формулам, а также используют данные метеостанций и справочные данные. Можно воспользоваться формулой А. Н. Костякова (5) и данными справочной таблицы.

$$E = K_B \times Y, \quad (10)$$

где K_B – коэффициент водопотребления (количество единиц воды, потребляемое на выращивание единицы урожая), $\text{м}^3/\text{т}$; Y – планируемая урожайность культуры ($\text{т}/\text{га}$).

Пример расчета данного параметра (E):

$$E = 400 \text{ м}^3/\text{т} \times 5 \text{ т}/\text{га} = 2000 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Затем суммарная (годовая) транспирация распределяется по месяцам, путем умножения процентных долей на суммарную E :

$$2000 \times \% \text{ от } 2000 = E \text{ (по каждому месяцу).}$$

Для расчета водного баланса по декадам вегетационного периода необходимо знать внутрисезонное распределение водопотребления. Процентное распределение дается в таблице 9 по варианту для каждой культуры.

Дальнейший ход расчета и составление баланса

В расчетную таблицу вносятся следующие исходные данные:

1. Распределение осадков по месяцам года (расчетного периода) - P .
2. Распределение водопотребления (испарения) по месяцам года - E .
3. Подпитка грунтовыми водами, рассчитанная в зависимости от почвогрунтов, коэффициента подпитывания и сезонного коэффициента - W_T .

Далее составляется баланс первого расчетного месяца (февраля):

К максимальным влагозапасам, рассчитанным по формуле (2), прибавляются осадки за месяц, подпитка грунтовыми водами в этом месяце, вычитается водопотребление и оптимальные влагозапасы, которые надо оставить в почве, рассчитанные по формуле (3). В результате получен объем воды на конец месяца, который отводится в дренаж.

Далее расчет продолжается для второго месяца (марта).

Влагозапасы на начало месяца равны оптимальным, по формуле (3). К ним прибавляются осадки марта, подпитка грунтовыми водами, вычитается водопотребление (испарение) и величина оптимальных влагозапасов, которые надо сохранить в почве к началу полевых работ: это 60 % от ПВ (см. формулу 3). В результате снова получен объем влаги, подлежащей отводу в дренаж, но этот объем составляет уже меньшую величину.

Расчет продолжается для апреля и последующих месяцев аналогично. В верхнюю строку таблицы вписывается величина оптимальных влагозапасов для определенной сельскохозяйственной культуры для каждого месяца вегетации.

Вывод. Делается вывод о величине объема воды, который необходимо отвести в осушительную сеть с каждого гектара осушаемой площади и необходимости полива в месяцы дефицита влаги.

Регулирование водного режима почвы

При расчете водного баланса могут быть следующие три случая:

1. Влагозапасы на конец периода больше наименьшей влагоёмкости, т. е. $W_k > W_{нв}$. Величина избытка влаги составит $I = W_k - W_{нв}$.

2. Влагозапасы на конец расчетного периода находятся в оптимальном интервале, т. е. между наименьшей влагоёмкостью и нижним оптимальным пределом; или $W_{нв} > W_k > W_{ноп}$. Естественно, при таком сочетании влагозапасов регулировать водный режим не требуется.

3. Влагозапасы на конец декады меньше нижнего оптимального предела увлажнения ($W_k < W_{ноп}$). В данном случае требуется восполнение запаса влаги путем подъема уровня грунтовых вод.

При расчете водного баланса поступают следующим образом. По уравнению (1) определяют влагозапасы на конец расчетного периода. Устанавливается, будет ли в расчетном периоде инфильтрация (С) или не будет. Она находится по уравнению:

$$C = W_n + P - E - W_{нв}. \quad (11)$$

Если $C < 0$, инфильтрация отсутствует, и уровень грунтовых вод понижается. При $C > 0$ уровень грунтовых вод повышается. Величина повышения грунтовых вод ориентировочно может быть определена по формуле:

$$\Delta H_{г} = C \times K / 100, \text{ см}, \quad (12)$$

а понижение – по зависимости:

$$\Delta H_{г} = \Delta W' \times K / 100, \text{ см}. \quad (13)$$

В формулах (9) и (10):

С - инфильтрация, м; К - коэффициент водоподъема (величина, кратная коэффициенту водоотдачи); $\Delta W'$ - разность между влагозапасами смежных декад, м.

Тогда уровень грунтовых вод к концу расчетного периода будет:

$$H_{г}^K - H_{г}^H \pm \Delta H_{г}, \quad (14)$$

где $H_{г}^H$, $H_{г}^K$ – уровень грунтовых вод на начало и конец расчетного периода, см; $\Delta H_{г}$ - изменение уровня грунтовых вод под влиянием приходных и расходных характеристик водного баланса, см.

Полученные уровни сравнивают с оптимальными уровнями грунтовых

вод следующей декады. Далее определяется величина повышения или понижения УГВ по сравнению с оптимальными глубинами Нопт следующей декады по зависимости:

$$\Delta h = H_{\Gamma}^K \pm \Delta H_{\text{опт}} \quad (15)$$

Если Δh получается со знаком «плюс», требуется повышение УГВ, со знаком «минус» - понижение его. В случае необходимости подачи воды норма увлажнения определяется по зависимости:

$$m_n = \bar{b} \times \Delta h \times 10^4, \quad (16)$$

где $\bar{b}$ – коэффициент недостатка насыщения, примерно равный коэффициенту водоотдачи.

Выполнил студент гр. _____

Проверил _____

Таблица 6 - Ведомость водного баланса мелиорируемого слоя почвы, м³/га

Расчетные параметры	Месяцы												Сумма
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	Год
Влагозапасы на начало расчетного периода, W_n , имеющиеся или опти- мальные													
Осадки, P													
Подпитка грунтовыми водами, W_r													
Водопотребление (испарение), E													
Оптимальные влагозапасы, $опт\Delta W$													
Баланс: Влагозапасы на конец расчетного перио- да, W_k													
Объем оттока в дренаж, $W_k - \Delta W$													
Модуль дренажного стока, q, л/с га													
Расстояние между дре- нами													

Таблица 7 - Варианты заданий для расчета водного баланса корнеобитаемого слоя почвы

№ варианта	Культура	Урожайность, т/га	Тип, характеристика почв	Сумма осадков по данным метеостанции
1	Яровая пшеница	2,0	Минеральные, средний суглинок	Черняховск, год влажный
2	Ячмень яровой	2,5	Минеральные, легкий суглинок	Балтийск, год засушливый
3	Кукуруза на зерно	8,0	Минеральные, тяжелый суглинок	Калининград, год влажный
4	Кукуруза на силос	25,0	Торфяные	Черняховск, год средний
5	Картофель	20,0	Минеральные, легкий суглинок	Калининград, год засушливый
6	Свекла столовая	22,0	Минеральные, тяжелый суглинок	Калининград, год средний
7	Свекла кормовая	40,0	Торфяные	Балтийск, год влажный
8	Капуста	60,0	Торфяные	Черняховск, год средний
9	Многолетние травы	3,0–5,0	Минеральные, тяжелый суглинок	Калининград, год влажный
10	Картофель	35,0	Торфяные	Балтийск, год влажный

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается водный баланс?
2. Назовите основные составляющие (статьи) водного баланса.
3. Как определить коэффициент водопотребления некоторых сельскохозяйственных культур?
4. Что такое водный режим почв?

Лабораторная работа № 5. Проектирование горизонтального дренажа территории сельскохозяйственных земель

Цель работы: освоение методов проектирования дренажных линий на карте с учетом особенностей территории сельскохозяйственных земель.

Задание: 1) Изучить элементы осушительной системы. 2) Изучить по карте ситуацию, проанализировать рельеф территории земель, подлежащих осушению (использовать информацию из ЛР № 1). 3) Спроектировать

(вычертить) на карте линии горизонтального дренажа с учетом особенностей рельефа.

Используемые материалы и оборудование: карты сельскохозяйственных земель, циркуль-измеритель, справочные таблицы.

Отчетные материалы: чертеж осушительной сети.

Теоретические сведения

В проекте должна быть предусмотрена продольная схема орошения; в проекте предусмотрены закрытые каналы одностороннего и двухстороннего действия. Закрытые каналы впадают в открытые и закрытые элементы. Ловчие каналы ЛК-1 и ЛК-2 проходят на северо-восток участка.

При проектировании закрытой сети соблюдается зона осушительного действия вдоль реки МК и ОК, равная $2B$, т. е. 70 м.

Ход работы

1. Разбить участок на поля. Границы поля должны проходить по открытым каналам и границе участка.

2. Спроектировать крупные открытые каналы по кратчайшим путям к водоприемнику по самым низким отметкам местности.

3. Каналы осушителей спроектировать по возможности прямолинейными, с наименьшим числом поворотов.

4. Закрытую сеть осушителей спроектировать между открытыми каналами на осушаемой площади, состоящую из закрытых коллекторов различных проектов и регулирующих элементов.

5. Спроектировать дороги вдоль магистрального канала с твердым покрытием, вдоль окружного канала – с песчано-гравийным, остальные профилированные грунтовые, а также дороги проектируются по границам поля.

6. Привести обоснование выбора осушительной сети и ее элементов с учетом мелиоративного состояния участка.

Контрольные вопросы:

1. Какие элементы включает в себя осушительная система?
2. Как проектируют открытые каналы?
3. Каким образом проектируют дороги вокруг осушаемых полей?
4. Каковы функции вертикальных осушителей?

Лабораторная работа № 5. Построение кривой обеспеченности осадков вегетационного периода

Цель работы: построение кривых обеспеченности осадков с учетом особенностей вегетационного периода.

Задание: 1. Построить кривую обеспеченности осадков по предоставленным данным. 2. Используя кривую обеспеченности осадков, найти абсолютные величины осадков, мм, расчетной обеспеченности по заданному проценту обеспеченности.

Таблица 8 - Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обеспеченность осадков, %	95	80	85	75	65	90	70	60	65

Используемые материалы и оборудование: варианты задания, расчетные формулы, справочные таблицы.

Отчетные материалы: кривая обеспеченности осадков, расчет обеспеченности осадков.

Теоретические сведения

При использовании гидрологических и иных параметров для расчета мелиоративных систем (осадков, температур, дренажного стока, весенних и осенних паводков и др.) применяют вероятностный подход, основанный на определении обеспеченности той или иной характеристики. Под обеспеченностью понимают вероятность появления, %, величины, равной данной или выше данной в многолетнем ряду.

Ход работы

Дано: сумма годовых осадков, мм, в 30-летнем ряду. Осадки колеблются по годам в интервале от 200 до 450 мм. Необходимо построить кривую обеспеченности осадков и по ней определить абсолютные величины годовых осадков 75 и 95%-ной обеспеченности для рассматриваемого ряда лет.

Решение

Данные 30-летних наблюдений (годовые суммы осадков) располагают в ряд по убыванию значений (от 450 до 200 мм) и разбивают на классы (с шагом 25 мм). Подсчитывают число лет с количеством осадков, приходящихся на данный класс и общее число лет с осадками, соответствующими данному и предшествующим классам (т. е. годы суммируют нарастающим итогом). На оси абсцисс откладывают число лет наблюдений в процентах, принимая общее количество лет (30) за 100. На ординате - количество осадков в интервалах классов. По этим данным строят кривую обеспеченности и затем ее используют для нахождения абсолютных величин осадков расчетной обеспеченности. Для этого из точек на оси абсцисс, соответствующих заданному проценту обеспеченности (например, 95 %), восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой. Из точек пересечения проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с осью ординат. Эта точка на ординате показывает количество осадков, соответствующих искомой обеспеченности.

Приближенный расчет обеспеченности можно выполнить по следующей формуле:

$$P = m \times n/n + 1, \quad (17)$$

где P - обеспеченность (%), m - порядковый номер класса, n - общее число классов.

Таблица 9 - Подготовка данных для построения кривой обеспеченности

Классы	Количество осадков, мм	Среднее значение осадков, мм	Число лет в классе	Число лет с осадками, соответствующими данному классу и предшествующим классам
1	450-425,1	437,5	1	1
2	425-400,1	412,5	2	3
3	400-375,1	387,5	2	5
4	375-350,1	362,5	3	8
5	350-325,1	337,5	3	8
6	325-300,1	312,5	5	16
7	300-275,1	287,5	7	23
8	275-250,1	262,5	3	26
9	250-225,1	237,5	3	29
10	225 -200	212,5	1	30

Аналогичным образом рассчитывают обеспеченности осадков вегетационного периода, паводков на реках, дренажного стока и др. Оросительные системы с размещением зерновых культур рассчитывают на 90-95%-ные обеспеченности осадков теплого периода; многолетних трав - 70-75%-ные. Дамбы обвалования оградительной сети на летних польдерах для защиты от затопления водами осеннего паводка строят из расчета 0,1-1,0%-ной обеспеченности. Осушительные системы для полевых севооборотов рассчитывают на пропуск дренажного стока 10%-ной обеспеченности в посевной период в случае использования территории для размещения полевых культур с участием озимых. При размещении лугов осушительная сеть рассчитывается на пропуск дренажного стока 25%-ной обеспеченности. В любом случае выбор процента обеспеченности расчетного параметра должен быть обоснован экономической целесообразностью.

Контрольные вопросы:

1. Какова роль оценки природных факторов при мелиоративных расчетах?
2. Раскройте понятия «предельная полевая влагоемкость (ППВ)»; «динамическая (капиллярная) влагоемкость (КВ)»; «полная влагоемкость (ПВ)»; «водоотдача», «коэффициент водоотдачи»; «водопотребление», «коэффициент водопотребления».
3. Что представляет собой верхний и нижний пределы оптимального увлажнения почвы?

Лабораторная работа № 6. Расчет оросительной и поливной норм для сельскохозяйственных культур

Цель работы: овладение методикой расчета оросительных и поливных норм для сельскохозяйственных культур.

Задание: 1) Рассчитать оросительную норму для отдельных сельскохозяй-

зяйственных культур. 2) Рассчитать поливную норму для отдельных сельскохозяйственных культур за период вегетации.

Таблица 10 - Варианты заданий

№	Культура	Тип почвы	Коэффициент пористости
1	Озимая пшеница	Тяжелосуглинистые	0,6
2	Яровая пшеница	Песчаные	-
3	Люцерна	Легкосуглинистые	0,5
4	Кукуруза	Среднесуглинистые	0,5
5	Кормовая свекла	Среднесуглинистые	1,0
6	Картофель	Супесчаные	0,7
7	Томаты	Среднесуглинистые	1,0
8	Капуста	Торфяные	-
9	Яровая пшеница	Тяжелосуглинистые	0,8
10	Картофель	Среднесуглинистые	0,7
11	Кукуруза	Тяжелосуглинистые	1,1
12	Свекла кормовая	Среднесуглинистые	0,5

Используемые материалы и оборудование: справочные таблицы, варианты задания.

Отчетные материалы: расчет поливных и оросительных норм для сельскохозяйственных культур.

Теоретические сведения

Оросительная норма - количество воды, которое необходимо дать при поливах сельскохозяйственных культур за весь период вегетации. Оросительная норма восполняет дефицит водного баланса 1 га посева, т. е. разницу между суммарным водопотреблением (расход воды на транспирацию растениями и испарение почвой) и естественными водными запасами влаги в почве. Величина оросительной нормы зависит от климатических и погодных условий, свойств почвы, особенностей растений и технологии их возделывания.

Оросительная норма для хлопчатника - 6-10 тыс. м³/га, зерновых культур - до 2,5 тыс., люцерны - 2-12 тыс. м³/га воды. Оросительную норму разделяют на поливные нормы.

Поливная норма - количество воды, подаваемое на 1 га посева орошаемой культуры за один полив. Сумма поливных норм за период вегетации должна быть равна оросительной норме. Поливная норма зависит от глубины корнеобитаемого слоя почвы, подлежащего увлажнению, особенностей культуры и фазы ее развития, механического состава и водно-физических свойств почвы, способа и назначения полива и др. Обычно при самотечных вегетационных поливах поливные нормы, м³/га, составляют 600-1 200, при дождевании - 300-800, при влагозарядковых поливах – 1 000-2 000.

При проектировании оросительных систем поливную норму и сроки полива сельскохозяйственных культур принимают по рекомендациям. При отсутствии этих рекомендаций поливную норму, м³/га, вегетационного полива определяют по формуле:

$$m = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot (w_2 - w_1), \quad (18)$$

где H - расчетный (активный) слой почвы, м; γ - объемная масса расчетного слоя почвы, т/м³; w_2 - влажность расчетного слоя почвы после полива (в процентах массы сухой почвы), которая соответствует наименьшей влагоемкости; w_1 - влажность расчетного слоя почвы перед поливом в процентах от массы сухой почвы. В проектах ее принимают равной влажности разрыва капилляров.

Количество воды, которое подают в почву при поливе, не должно превышать свободной влагоемкости ее расчетного слоя, чтобы не нарушались нормальные условия аэрации почвы и питательного режима растений и вода не питала грунтовые воды.

Если расчетная поливная норма получилась менее 400 м³/га при поливе по бороздам и полосам, то для равномерного полива ее надо увеличить до 400-600 м³/га, в зависимости от водопроницаемости почвы и рельефа участка.

При поливе дождеванием поливные нормы для освежительных поливов рекомендуют 50-100 м³/га, посадочных и послепосевных – 100-150 м³/га, вегетационных - 300-700 м³/га.

Норму влагозарядкового полива принимают из расчета дополнительного увлажнения до наименьшей влагоемкости 70-100-сантиметрового слоя почвы.

Например, для увлажнения тяжелосуглинистых темно-каштановых почв на глубину 0,7 и один метр поливная норма составит соответственно 800 и 1000 м³/га.

Оросительная норма состоит из суммы всех поливов $M = \sum m$. При одинаковых поливных нормах число поливов равно:

$$n = \frac{M}{m}, \quad (19)$$

где M - оросительная норма, м³/га; m - поливная норма, м³/га.

Если проводят влагозарядковый полив, то число вегетационных поливов равно:

$$n = \frac{(M - mb)}{m}, \quad (20)$$

где mb - норма влагозарядкового полива, м³/га.

Сроки поливов назначают такие, при которых получают наиболее высокие урожаи, то есть сроки полива должны обеспечить оптимальный водный режим почвы для каждой культуры в конкретных условиях их выращивания.

Дефициты водного баланса рассчитывают с учетом влагозарядковых или предпосевных поливов, которые обычно проводят до посева (посадки).

В качестве верхнего предела оптимального увлажнения принимается наименьшая влагоемкость почвы (НВ). При этом выбор конкретной расчетной формулы поливной нормы определяется размерностью НВ.

Нижний предел оптимального увлажнения зависит от вида культуры, фазы ее развития, почв участка и определяется обычно в процентах от НВ. Рекомендуемые значения приводятся в справочных таблицах.

Глубина расчетного увлажняемого слоя рекомендуется в пределах 0,3-0,4 м. Рассчитанное значение поливной нормы увеличивают на 10 % для учета разного рода потерь и с округлением до одного миллиметра.

Ход работы

1. По заданному варианту рассчитать оросительную норму. Занести расчеты в таблицу 11.

Таблица 11 - Ведомость расчета оросительных норм

Культура	К, м ³ /ц	У, т/га	Ев, м ³ /га	Н, м	Расчетный период	Р, мм	μ	β _н , %	β _к , %	d, т/м ³	Σ _{НВ} , %	ΔW, м ³ /га	W _{гр} , м ³ /га	М _{нт} , м ³ /га

Пример расчета. Определить оросительную норму для люцерны на зеленую массу. Метеостанция - Калининград. Почвы - дерново-подзолистые, среднесуглинистые.

Данные для расчета принимаем по варианту из справочных таблиц и приложений: У = 55 т/га; К = 85; Н = 0,8 м; Р = 252 мм; μ = 0,6; d = 1,16 т/м³; γ_{НВ} = 28,2 %.

$$E_b = K \cdot U = 8,0 \cdot 550 = 4\,400 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$W_n = 70 \cdot 28,2 / 100 = 19,7 \text{ \%};$$

$$W_k = 55 \cdot 28,2 / 100 = 15,1 \text{ \%};$$

$$\Delta W = 100 \cdot H \cdot d \cdot (\Sigma_{НВ} - \Sigma_k) = 100 \cdot 0,8 \cdot 1,16 \cdot (19,7 - 15,1) = 427 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$W_{гр} = 0 \text{ м}^3/\text{га}.$$

$$M_{нт} = E_b - 10 \cdot \Sigma \cdot P - \Delta W - W_{гр} = 4400 - 10 \cdot 0,6 \cdot 252 - 427 - 0 = 2461 \sim 2500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

2. Рассчитать нормы полива за вегетационный период для основных сельскохозяйственных культур (кукуруза, яровая пшеница, озимая пшеница, картофель, морковь, рапс, озимый ячмень, огурец, томат, капуста, кормовая свекла). Для расчета использовать статистические данные, справочные таблицы, методические указания.

Вычисления поливных норм представить в табличной форме (таблица 12).

Таблица 12 - Ведомость расчета поливных норм (пример)

Культура	№ поливов	Н, м	γ , т/м ³	w ₂ , %	w ₁ , %	Расчетная, м, м ³ /га	Принятая, м, м ³ /га
Люцерна	1	0,3	1,07	30,0	22,5	240,7	250

Поливные нормы принимаются кратными 50.

Сумма поливных норм после округления должна соответствовать кратной оросительной норме для данной культуры.

Пример расчета. Данные: Н = 0,3 м; $\gamma = 1,07$ т/м³; w₂ = 30,0 %.

$$w_1 = 75 \cdot 30 / 100 = 22,5 \text{ \%};$$

$$m = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot (w_2 - w_1) = 100 \cdot 0,3 \cdot 1,07 \cdot (30 - 22,5) = 240,7 \sim 250 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Контрольные вопросы:

1. Что такое поливная и оросительная нормы?
2. Как рассчитать поливную норму для сельскохозяйственных культур?
3. От чего зависит нижний предел оптимального увлажнения?
4. Что такое полная полевая влагоемкость?
5. Как рассчитать поливную норму по дефициту влажности для вегетационных увлажнительных и вневегетационных поливов в зависимости от культуры и мощности активного слоя?
6. Какая существует зависимость поливной нормы от способа полива?

Лабораторная работа № 7. Составление режима орошения сельскохозяйственных культур

Цель работы: изучить особенности регулирования водно-воздушного режима в период вегетации конкретной сельскохозяйственной культуры по вариантам.

Задание: определить оптимальное число поливов и их распределение по фазам роста и развития возделываемой сельскохозяйственной культуры в сочетании с агротехникой культуры и ее физиологическими потребностями во влажности почвы и норме осушения.

Используемые материалы и оборудование: справочные таблицы, схемы фаз развития сельскохозяйственных культур.

Отчетные материалы: схемы фаз развития корневой системы трех сельскохозяйственных культур с учетом регулирования водно-воздушного режима.

Теоретические сведения

Особенности водно-воздушного режима у сельскохозяйственных культур можно описать следующим образом, например:

Кукуруза на силос. По требовательности к водному режиму кукуруза относится к мезофитам (не высока требовательность). В начале вегетации, до об-

разования 7-8-го листа, воды потребляется мало, и влаги, запасенной от осенне-зимних осадков, бывает достаточно. Пыльца кукурузы содержит около 60 % воды и обладает слабой водоудерживающей способностью. На образование 1 ц сухого вещества она расходует 174-406 ц/га воды, то есть меньше, чем овес и ячмень. Однако при высоких урожаях растения потребляют влаги много. Кукуруза хорошо использует осадки второй половины лета и частично осени. В результате растения накапливают большую органическую массу даже в довольно засушливых районах, чему способствует также хорошее развитие корневой системы.

В начальной фазе развития среднесуточный расход воды посевом кукурузы составляет 30-40 м³/га, а в период от выметывания до молочного состояния зерна - 80-100 м³/га. При богарной культуре в засушливых районах она дает хорошие урожаи в годы, когда за июнь-август выпадает не менее 200 мм осадков, а при хороших весенних запасах влаги в почве - не менее 100 мм с явным преобладанием их в июле, когда происходит цветение.

Кукуруза относительно хорошо переносит засуху до фазы выхода в трубку. Недостаток же влаги за 10 дней до выметания и спустя 20 дней (середина молочной спелости) после выметывания (критический период) резко снижает урожай. В это время расходуется до 70 % воды, так как растения быстро растут в высоту, и происходит основное накопление биомассы урожая. В критический период формируется пыльца и начинается формирование семян. Обильное водоснабжение растений в начале вегетации, нерегулярные или недостаточные поливы в последующий период, когда потребность растений в воде возрастает, приводят к большему снижению урожая зерна кукурузы, нежели сухие периоды с непродолжительными дождями. Из-за недостатка кислорода в переувлажненной почве замедляется поступление в корни фосфора, в результате снижается содержание общего, органического и нуклеинового фосфора, нарушается процесс формирования, энергетические процессы в корнях и белковый обмен.

Растения кукурузы переносят временный недостаток воды в почве, пониженную относительную влажность воздуха. Однако длительное привядание листьев угнетает ростовые процессы и нарушает образование репродуктивных органов. Оптимальные условия увлажнения складываются, когда влажность в корнеобитаемом слое почвы поддерживается поливами на уровне не ниже 75-80 % наименьшей влагоемкости. Под влиянием орошения увеличиваются активная поглощающая поверхность корневой системы, поглощение корнями воды и питательных веществ, продуктивность фотосинтеза, снижается непродуктивное дыхание, повышается оводненность и водоудерживающая способность листьев.

Поздняя капуста. Белокочанная капуста отличается высоким водопотреблением из всех овощных культур, наиболее требовательна к влажности почвы воздуха во все периоды вегетации, но в то же время не переносит переувлажнения, а при затоплении корни начинают отмирать уже спустя несколько часов. Зачастую в северных регионах ее выращивают даже без орошения, однако максимально высокие и стабильные урожаи возможно получить при орошении.

Получение высоких урожаев капусты в зоне недостаточного увлажнения невозможно без искусственного орошения.

При оптимальной влажности почвы рост внутренних листьев капусты происходит несколько быстрее наружных, поэтому они плотно прилегают друг к другу изнутри, образуя плотный кочан. При излишней влажности и ее резких перепадах рост листьев настолько усиливается, что это приводит к растрескиванию кочана. Величина водопотребления зависит как от погодных условий, так и от гибрида: чем длиннее период вегетации, тем больше потребление влаги. Самое низкое водопотребление у ранней капусты - 2 200-3 000 м³/га, а наибольший расход влаги - у поздней безрассадной капусты - 4 500-5 500 м³/га.

У поздней безрассадной капусты в период от всходов до образования 4-5 листьев расход влаги в сутки составляет 19-21 м³/га, в фазе от 4-5 до 10 листьев - 24-26 м³/га, в период до образования розетки листьев - 25-48 м³/га, в период образования розетки листьев до уплотнения кочана - 48-61 м³/га, с усыханием нижних листьев потребление влаги капустой снижается до 33-45 м³/га, а в предуборочный период - до 18-27 м³/га в сутки.

Максимальное водопотребление соответствует наибольшему накоплению вегетативной массы. Грамотно рассчитанный поливной режим позволяет получить высокий урожай отличного качества и предотвращает растрескивание кочанов.

Ячмень. Среди хлебов первой группы яровой ячмень считается одним из наиболее устойчивых культур. Транспирационный коэффициент его около 400. При влажности почвы менее 30 % полной влагоемкости прорастание зерен ячменя почти прекращается. Исследованиями установили, что если в почве запас воды ниже двойной гигроскопической влажности, то полностью приостанавливается рост и формирование органов растений.

Ячмень наиболее чувствителен к недостатку влаги в конце световой стадии. Сильная засуха в этот период ведет к бесплодности пыльцы, а в конечном итоге к значительному снижению урожая. Ячмень много расходует влаги в фазу кущения и особенно во время выхода в трубку до колошения. Нехватка влаги в этот период также отрицательно сказывается на развитии растений. На величину транспирационного коэффициента оказывают влияние многие факторы; большую роль играют агротехнические и климатические условия. Установлено, что чем выше урожай, тем ниже транспирационный коэффициент, т. е. тем экономнее расходуется почвенная влага. На почвах хорошо окультуренных, высокоплодородных расход воды на образование единицы сухого вещества меньший, чем на почвах малоплодородных. Транспирационный коэффициент и засухоустойчивость зависят от сортовых особенностей ячменя. Многие сорта ячменя отличаются высокой засухоустойчивостью (Нутанс, Верас).

Отношение к почвам. Ячмень относится к культурам раннего сева. У него короткий период вегетации, поэтому он созревает раньше других полевых культур. Это наиболее засухоустойчивая культура среди яровых зерновых. Для роста и развития ей нужно за вегетационный период в сумме около 1 800° тепла. Климатические условия для выращивания ячменя являются благоприятными. Одна-

ко лимитирующим фактором остаются почвенные условия. Он не переносит кислых почв и малого количества элементов питания в почве.

Сравнительно высокая требовательность ячменя к плодородию почвы вытекает из его биологических особенностей. У ячменя по сравнению другими хлебными злаками значительно слабее развита корневая система. Таким образом, ячмень требует плодородных рыхлых структурных почв глубоким пахотным горизонтом.

Отношение к влаге. Ячмень менее требователен к воде и более экономно расходует её, чем пшеница, рожь и овёс. Транспирационный коэффициент ячменя составляет 350-450. В засушливых условиях культура даёт более высокие урожаи. Но из-за слабого развития корневой системы ячмень хуже переносит весеннюю засуху. Много влаги расходует ячмень в первые фазы роста: кущения и особенно выхода в трубку - колошения.

Недостаток влаги в период образования репродуктивных органов губительно действует на пыльцу. Для получения высокого урожая ячменя необходимо улучшать водный режим почвы, применяя соответствующие агротехнические приёмы, заботиться о накоплении влаги и правильном её расходовании.

Ход работы

1. Вычертить схемы прироста корневой системы по фазам развития сельскохозяйственных культур.

2. Указать на схемах для каждой фазы вегетации:

- требуемую норму осушения (оптимальный уровень грунтовых вод);
- влажность почвы в процентах ППВ;
- сроки поливов;
- необходимые агротехнические приемы обработки почвы.

Варианты заданий:

- 1 - озимая пшеница; морковь; огурцы в открытом грунте;
- 2 - озимая рожь; кормовые корнеплоды; томаты в открытом грунте;
- 3 - кукуруза на силос; ячмень; поздняя капуста;
- 4 - многолетние травы; картофель; зеленные культуры;
- 5 - зернобобовые; свекла; овес;
- 6 - озимый рапс; кабачки и патиссоны; рожь с подсевом однолетних трав;
- 7 - капуста ранняя; картофель; яровой ячмень;
- 8 - свекла кормовая; кукуруза; овес;
- 9 - соя; яровая пшеница; морковь;
- 10 - яровой рапс; капуста; кормовые бобы.

Фазы вегетации культуры	Фазы развития пшеницы 				
Схема-рисунок					
Корневая система, см	10	10	20	40	80
Норма осушения, см	60	60	70-80	70-80	70-80
Влажность почвы, % от ППВ	55	60-70	70-80	80	70
Полив (+)	+			+	+
				удобрительный полив	
Агротехнические приемы			Боронование	Подкормка удобрениями	Подкормка удобрениями

Рисунок 2 – Схема – Режим орошения сельскохозяйственных культур (пример)

Контрольные вопросы:

1. Какие почвенные условия наиболее благоприятны для возделывания пропашных культур?
2. Какие особенности торфяных почв следует учитывать при возделывании пропашных культур?
3. Особенности использования пойменных земель под овощные культуры и травы.
4. Что следует учитывать при возделывании зерновых культур на торфяных почвах? Какие почвы для них наиболее благоприятны?
5. Как регулировать водный режим моркови и столовой свеклы?

Лабораторная работа № 8. Разработка мелиоративных мероприятий по первичному освоению и окультуриванию земель

Цель работы: усвоить комплекс необходимых мероприятий по вводу мелиорированных земель в эксплуатацию после реконструкции осушительной системы.

Задание: 1) изучить состав культуртехнических работ, их характеристику и применяемые агрегаты; агромелиоративные мероприятия, их задачи, сроки проведения; процесс окультуривания мелиорированных земель, его составляющие (приемы обработки почвы, внесение удобрений, культуры для первичного освоения); 2) дать характеристику состояния почвенного покрова после проведения реконструкции каналов, коллекторов и дрена (по выданному варианту).

Используемые материалы и оборудование: справочные материалы.

Отчетные материалы: таблицы с мелиоративными мероприятиями.

Ход работы

Дать рекомендации по первичному освоению земель, указанных в вариантах, которые назначает преподаватель.

Варианты заданий:

1 - почвенный покров менее 15 см, подстилаемый оглеенным горизонтом, много камней;

2 - мощная дернина, остатки древесно-кустарниковой растительности;

3 - торф мощностью 0,8-1,0 м, подстилаемый песками, заочкаренность;

4 - торфяно-глеевые почвы с pH 4,6;

5 - тяжелые минеральные почвы холмистого рельефа;

6 - перегнойные почвы грунтового типа водного питания с мощной дерниной;

7 - мощные осушенные торфяники с малой несущей способностью и моховым очесом;

8 - залежные осушенные минеральные земли;

9 - осушенные торфяники, маломощные, заочкаренные;

10 - торфяные почвы с мощной дерниной, закустаренные;

11 - польдерные минеральные земли, с мелким гумусовым слоем;

12 - тяжелые минеральные земли, засоренные камнями, закустаренные, заочкаренные;

13 - минеральные земли холмистого рельефа, закустаренные, заочкаренные, засоренные камнями.

Заполнить таблицы 13, 14 и 15 для видов земель, включив виды культуртехнических работ, агромелиоративных приемов и мероприятий по окультуриванию по своему варианту.

Составить севооборот на период освоения, установить срок освоения мелиорированных земель по своему варианту.

Таблица 13 - Состав культуртехнических работ

Вид культуртехнической неустроенности земель	Культуртехнические работы	Рекомендуемый комплекс машин и агрегатов	Время проведения
Закустаренность			
Заочкаренность			
Холмистый рельеф и микропонижения			
Засоренность камнями			
Мощная дернина, залежь			
Моховой очес			

Таблица 14 - Агромелиоративные мероприятия при первичном освоении

Вид земель и причина переувлажнения	Агромелиоративные мероприятия	Рекомендуемый комплекс машин и агрегатов
Тяжелые минеральные переувлажненные земли атмосферного водного питания с верховодкой		
Польдеры		
Осушенные торфяники		
Минеральные почвы грунтового типа водного питания		

Таблица 15 - Окультуривание мелиорированных земель

Вид мелиорированных земель	Приемы первичной обработки почвы	Применение удобрений и химмелиорантов	Культуры для первичного освоения в севообороте
Земли после рекультивации с мелким гумусовым слоем			
Выработанные торфяники			
Залежные пойменные земли			
Мощные осушенные торфяники			
Залежные земли с мощным гумусовым горизонтом			

Контрольные вопросы:

1. Каково состояние почвенного покрова после реконструкции дрен и коллекторов?
2. Назвать полный состав культуртехнических работ.
3. Охарактеризовать последовательно технологические приемы по сводке кустарника и мелкокося.
4. Назвать полный состав агрономелиоративных мероприятий.
5. Какова первичная обработка тяжелых минеральных избыточно пе-

реувлажненных земель атмосферного типа водного питания?

6. Агромелиоративные мероприятия по первичному освоению реконструированных полей дерных земель.

7. В чем заключается первичное освоение осушенных торфяников?

Лабораторная работа № 9. Разработка технологии залужения мелиорированных земель

Цель работы: овладение технологией залужения лугов и пастбищ для создания базы кормов для животноводства.

Задание: 1) дать характеристику сельскохозяйственных угодий для целей луговодства и создания пастбищ (почвы, рельеф и т. д.) по варианту;

2) разработать последовательную технологию улучшения культурных сенокосов и пастбищ с учетом травосмесей и регулирования водно-воздушного режима почв.

Используемые материалы и оборудование: таблицы для заполнения, исходное задание (вариант).

Отчетные материалы: 1) Описание существующего состояния естественного кормового угодья по варианту, заданному преподавателем (5-7 предложений). 2) Последовательность технологических мероприятий по улучшению (поверхностному или коренному) угодий.

Теоретические сведения

При освоении заболоченных земель для ускоренного их залужения необходимы надлежащая культуртехническая подготовка поверхности участков (расчистка от древесной растительности, уборка камней, уничтожение кочек и других неровностей) и тщательная основная обработка почвы (уничтожение выродившейся естественной дернины), а также устранение неблагоприятных свойств почвы (повышенная кислотность, наличие вредных записных соединений и пр.).

Ускоренное залужение хорошо удастся на многих низинных и близких к ним по своим свойствам переходных болотах со средне- и хорошо разложившимися, слабокислыми торфяными почвами, а также на заболоченных в разной степени луговых землях с достаточно выраженными перегнойными и оторфованными горизонтами почвы (мощностью 15-30 см и больше).

Грамотная обработка почвы и посев предварительных культур с внесением повышенных доз удобрений помогают выравниванию поверхностного слоя, а также разложению дернины, увеличению плодородия и улучшению водно-воздушного режима почвы.

Для повышения продуктивности естественных кормовых угодий проводят различные мероприятия. Выделяют *поверхностное и коренное улучшения*.

Под *поверхностным улучшением* следует понимать систему мероприятий, с помощью которых сенокосы и пастбища поддерживаются в культурном состоянии и обеспечивается повышение их урожайности без какого-либо нару-

шения или при частичном нарушении естественной дернины.

К техническим приемам поверхностного улучшения природных кормовых угодий относятся три группы мероприятий: 1) гидротехнические - регулирование водного режима (осушение и орошение лугов, снегозадержание); 2) культуртехнические (расчистка кустарника, удаление деревьев, кочек, мусора, камней); 3) агротехнические (улучшение режима питания поверхностным внесением удобрений, работы по уходу за дерниной и травостоем - боронование, мелкая перепашка, выжигание, борьба с сорняками, подсев трав и т. д.).

Поверхностное улучшение наиболее целесообразно на лугах с травостоем, который состоит из трав, ценных в кормовом отношении (как правило, злаковые и бобовые). Травостой такого состава формируется на хорошо дренированных низинных лугах, нормальных суходолах, суходолах временного избыточного увлажнения, пойменных лугах; горных и балочных сенокосах и пастбищах. Особое значение поверхностное улучшение имеет для последних двух типов лугов, которые не могут быть подвергнуты распашке из-за опасности водной эрозии почвы на склонах.

Применяя различные приемы поверхностного улучшения естественных сенокосов и пастбищ, можно поддерживать их в наиболее ранних фазах луговой стадии развития (корневищной, рыхлокустовой) и тем самым в течение длительного срока обеспечивать высокую хозяйственную ценность природных кормовых угодий.

Коренное улучшение - такой способ повышения продуктивности природных кормовых угодий, когда природный травостой уничтожается полностью, разрушается дернина, создается новый луг путем посева высокопродуктивных сортов и видов многолетних трав. Если поверхностное улучшение направлено на повышение продуктивности природного фитоценоза, то при коренном улучшении главная задача - разрушить старовозрастную дернину, создать искусственный, сотворенный руками человека *агрофитоценоз*.

При коренном улучшении сенокосов и пастбищ в зависимости от типа и состояния кормовых угодий осуществляют мероприятия, объединяемые в три основные группы: гидротехнические - регулирование водного режима осушением, орошением или сочетанием того или другого (двустороннее регулирование); культуртехнические - расчистка от древесно-кустарниковой растительности, камней, кочек, первичная основная обработка дернины луга и солонцовых земель; агротехнические - тщательная разделка дернины и верхнего пахотного горизонта, внесение основного удобрения, посев травосмесей или однолетних предварительных культур, дальнейший уход за сеянцами угодьями.

Коренное улучшение проводят в следующих случаях: когда в составе естественного травостоя лугов содержится менее 25-30 % ценных трав; при сильной закустаренности или закочкаренности участка (более 20 %); при невозможности сохранить естественный травостой в условиях мелиоративной технологии (закрытый уплотненный дренаж, планировка поверхности с подсыпкой или выравниванием грунта и др.).

Такой способ улучшения позволяет в короткий срок резко поднять про-

дуктивность сенокосов и пастбищ. Во вновь созданном путем коренного улучшения угодье в травостое содержание перевариваемого протеина в среднем в 5 раз выше, чем на неулучшенных угодьях. Производственный опыт подтверждает высокую эффективность этого способа. Продуктивность естественных сенокосов можно поднять до 6-10 т сена с 1 га, пастбищ - до 40-80 т зеленой массы с 1 га и более.

При коренном улучшении сеяных сенокосов и пастбищ травы обычно высевают после возделывания однолетних технических, овощных или зерновых (так называемых предварительных) культур. При ускоренном залужении многолетние травы высевают сразу после обработки дернины (без посева предварительных культур).

Поскольку гидромелиоративные и культуртехнические работы были уже рассмотрены в предыдущем разделе, здесь подробно остановимся на агротехнических мероприятиях, имеющих основное значение при создании сеяных пастбищ и сенокосов.

Обработка почвы. Первичной обработкой почвы разрушают дернину, создают условия для лучшего разложения органических веществ. В зависимости от мощности дернины, типа почвы, состояния поверхности осваиваемой площади применяют разные способы обработки.

На сильно задернелых почвах, низинных и переходных болотах, лугах, заросших мелким кустарником (не выше 2 м), вспашку с полным оборотом пласта проводят кустарниково-болотными плугами. На суходольных лугах с мелким кустарником и кочками применяют обработку летом специальными кустарниковыми плугами, затем осуществляют поперечное дискование дернины тяжелыми дисковыми боронами. Кустарниково-болотными плугами подрезают оставшиеся в почве толстые корни (диаметром 6-8 см), пахут на глубину 30-40 см, а плантажными - на глубину до 50 см. После вспашки для разделки пласта и создания рыхлого слоя почвы проводят дискование. С 1988 г. поставлен на производство новый скоростной широкозахватный плуг ПБН-6-50. Работает на любых болотах. Глубина вспашки до 50 см.

На слабозадернелых суходольных лугах (с мощностью дернины не более 10 см), а также на пойменных лугах, свободных от кустарниковой растительности, применяют обработку плугами с предплужниками, часто без оборота пласта.

Фрезерование в качестве приема первоначальной обработки почвы проводят при обработке мощных дернин, малоразложившихся торфяных осушенных болот, заболоченных лугов и торфяников. Это наиболее совершенный способ обработки луговых почв с мощной дерниной. После фрезерования почву прикатывают тяжелым катком, чтобы она не пересыхала. Фрезерование нельзя применять в следующих случаях: при наличии в почвенных горизонтах корней древесной и кустарниковой растительности диаметром больше 3 см; при наличии на поверхности и в почве валунов и пней; на участках с густой растительностью высокорослых болотных трав до их уничтожения.

Боронование можно использовать в качестве приема первоначальной обработки почвы лугов. Его проводят рельсовыми бородами на торфяных болотах, в верхнем пахотном слое которых имеется погребенная древесина (пни, корни деревьев и т. д.), а также на лугах с валунами в почве. Выкорчеванные рельсовой бороной древесину и камни с участка убирают. Затем для более мелкого измельчения дернины применяют дисковые бороны.

Первичная обработка почвы на лугах различных типов имеет особенности по способам, срокам, сельскохозяйственным орудиям и машинам.

Ход работы

Задание 1. Дать характеристику существующих естественных кормовых угодий. Заброшенные многолетние сенокосы на болотах.

Варианты задания:

- 1 - слабозадерненные луга на пойменных землях;
- 2 - заброшенные луга на избыточно увлажненных минеральных землях;
- 3 - заброшенные многолетние сенокосы на болотах;
- 4 - осушенные торфяники, заросшие мелким кустарником;
- 5 - низинные заболоченные луга, почвы временно избыточного увлажнения с оглееным горизонтом;
- 6 - суходольные луга с маломощным гумусовым горизонтом;
- 7 - закустаренные осушенные торфяники;
- 8 - пастбища на среднесуглинистых почвах;
- 9 - заливные луга с дерниной средней мощности;
- 10 - старосеянные луга с мощной дерниной;
- 11 - пастбища на минеральных почвах с мощной дерниной;
- 12 - низинные луга на торфяно-глеевых почвах.

Задание 2. Составить технологию поддержания многолетнего кормового угодья на мелиорируемой территории в высокопродуктивном состоянии.

Таблица 16 – Технология залужения лугов и пастбищ на мелиорированных землях

Наименование мероприятий	Коренное улучшение	Поверхностное улучшение
Состав мелиоративных и агро-мелиоративных работ		
Приемы разделки дернины и обработки почвы		
Применение удобрений		
Состав травосмесей		
Сроки залужения		

Контрольные вопросы:

1. Что такое коренное улучшение лугов и пастбищ?
2. Что собой представляет поверхностное улучшение лугов и пастбищ?
3. Что такое залужение и в каких случаях его проводят?

Лабораторная работа 10. Решение задач на топографических картах и планах

Цель работы: изучение условных знаков и оформление топографических карт и планов, масштабов, систем координат карт и определение координат точек (географической и прямоугольной системах).

Задача № 1. Изучение карт и планов

Задание: 1) Изучить условные знаки по комплекту планов и карт. 2) Составить по учебной карте топографическое описание участка.

Используемые материалы и оборудование, раздаточный материал: комплект карт и планов, учебный план масштаба 1 : 200, 1 : 500; таблицы условных знаков, цветные карандаши, линейка, миллиметровая линейка, циркуль-измеритель, курвиметр.

Теоретические сведения

Планом называют подобное и уменьшенное изображение на бумаге небольшого участка местности. На плане длины линий, углы между элементами местности и площади участков изображены без искажений.

При изображении на чертеже всей поверхности Земли или значительной ее части получают искажения длин сторон, углов, площадей или сочетаний этих элементов. Эти искажения порождены невозможностью развернуть сферическую поверхность на плоскость без складок или разрывов. Такие изображения земной поверхности, построенные по определенным математическим законам, называют картой.

Профилем называют чертеж, на котором изображен вертикальный разрез участка местности. План, на котором изображен проект размещения всего комплекса сооружений и коммуникаций объекта, называют генеральным планом объекта.

По мере завершения отдельных этапов строительства (рытье котлована, устройство фундамента, прокладка коммуникаций и т. п.) или отдельных сооружений объекта результаты строительства наносят условными изображениями на генеральный план. Этот документ называют исполнительным генеральным планом. Он служит для оперативного управления строительством объекта.

Для инженера-строителя, мелиоратора, специалиста сельского хозяйства топографическая карта служит основным источником информации об устройстве земной поверхности, разнообразных сведениях о природных и социально-экономических условиях района, для разработки оптимальных проектных решений.

Опорная геодезическая сеть, масштаб, проекция, координатная сетка и рамка карты служат математической основой построения картографического изображения местности, в содержание которых входят: населенные пункты, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты, пути сообщений, гидрографическая сеть, рельеф, растительный покров и грунты; границы и ограничения. Умение читать топографическую карту и с её помо-

щью получать необходимые сведения о местности весьма важны для инженера любой специальности. Все элементы содержания карты изображаются сочетанием графических условных знаков с подписями и цифровыми обозначениями. Условные знаки топографических карт подразделены на несколько видов.

Объекты, очертания которых изображены в масштабе карты с сохранением истинных пропорций, изображают контурными или масштабными знаками (сельскохозяйственные угодья, леса, водоемы, огороды и др.).

Объекты небольшого размера, очертания которых не выражают в масштабе или выражаются столь малым контуром, что он практически превращается в точку, изображают условными внемасштабными знаками (колодец, геодезический знак, отдельный камень, памятник и т. д.).

Реки, дороги, линии связи, границы и другие объекты линейного протяжения изображаются условными линейными знаками, длина которых изображается в масштабе, а ширина изображается с некоторым преувеличением.

Для дополнительной характеристики объектов применяют пояснительные знаки (фигурки лиственных и хвойных деревьев, стрелки на реке - направление течения).

Подписи, буквенные и цифровые обозначения помещают на картах для передачи географических наименований, качественных и количественных характеристик объектов; сведений пояснительного и справочного характера.

Условные знаки, разработанные Главным управлением геодезии и картографии, обязательны для всех учреждений и организаций, составляющих топографические планы и карты.

Специальные, проектные, изыскательные и другие организации в дополнение к действующим разрабатывают условные специальные знаки, используемые в пределах данного ведомства.

Ход работы. Пояснение к заданию

Выполнение описания участка (контура) по карте осуществляется по следующей схеме:

- гидрография;
- растительность;
- рельеф;
- населенные пункты и их характеристика;
- пути сообщения;
- промышленность, сельскохозяйственное и социально-культурное развитие; границы.

Задача № 2. Нахождение координат точки

Задание: определить географические координаты точки на карте.

Теоретические сведения

Линейные и угловые величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве, называются *координатами* этой точки. Для положения точек на земной поверхности в геодезии применяются несколько систем координат.

В системе *географических координат* определяют положение любой точки, лежащей на поверхности земного эллипсоида, определяется географическими *широтой (φ)* и *долготой (λ)*. Широты и долготы точек, вычисленные по данным геодезических измерений, именуются геодезическими координатами и по абсолютному значению отличаются от географических.

Геодезические широты (B) и *долготы (L)* определяют положение точек на поверхности земного эллипсоида. Для определения положения точки, находящейся на земной физической поверхности, необходима третья координата - *высота точки* над уровненной поверхностью, принимаемой за исходную.

Кроме географических и геодезических имеются астрономические координаты, определяемые по результатам наблюдений за небесными светилами. В этой системе координаты определяют относительно направлений отвесных линий в точках земной поверхности.

Поскольку плоскости геодезического и астрономического меридианов не совпадают, то геодезические и астрономические координаты одной и той же точки земной поверхности не равны между собой.

Стороны листа топографической карты являются отрезками меридианов и параллелей и образуют внутреннюю рамку, имеющую форму трапеции. Долгота и широта подписаны по углам трапеции. Рядом с внутренней рамкой расположена минутная рамка с чередующимися черными и белыми шашками, деление которой соответствует одной минуте широты и долготы.

Ход работы. Пояснение к заданию

Географические координаты определяют на карте или плане шкалами рамок трапеции. Для определения широты через точку *A* проводят линию параллельно рамкам трапеций и берут отсчеты в местах пересечения со шкалой западной или восточной рамок. Аналогично для определения долготы через точку *A* проводят меридиан и берут отсчеты по шкалам северной или южной рамок.

В приведенном примере (рисунок 3) *широта (φ)* = 54 58,6 северной широты (с.ш.); *долгота (λ)* = 37 31,0 восточной долготы (в.д.).

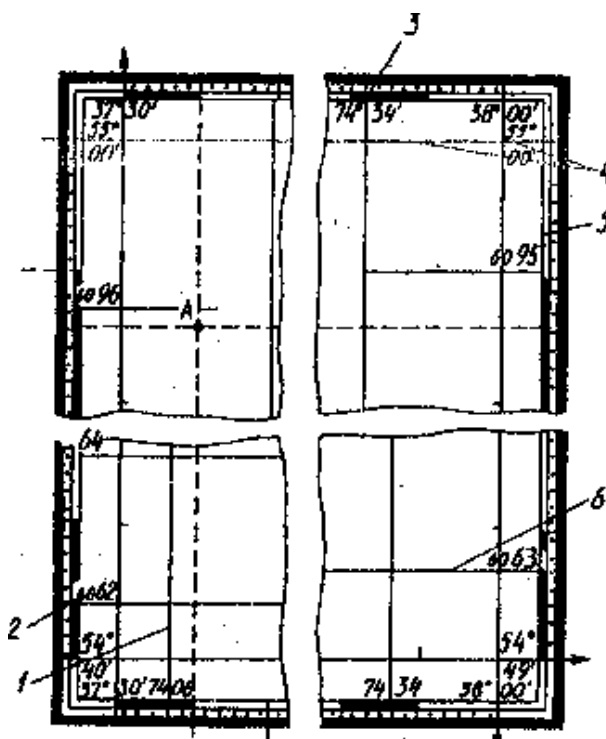


Рисунок 3 - Определение координат точки на топографическом плане:

- 1 - вертикальная километровая линия,
- 2 - цифровые обозначения горизонтальных линий координатной сетки,
- 3 - цифровые обозначения вертикальных линий координатной сетки, 4 - внутренняя рамка,
- 5 - рамка с минутами,
- 6 - горизонтальная

Контрольные вопросы:

1. Что такое масштаб карты и плана?
2. В чем заключается различие понятий «карта» и «план»?
3. Пояснить понятия: масштабные и условные внесмасштабные знаки.
4. Как определяются географические координаты точки на карте?

Лабораторная работа № 11. Определение площадей земельных угодий на картах

Цель работы: научиться определять площади контуров объектов по карте различными способами.

Задание: определить площадь земельных участков (угодий) (леса, пашни, озера и т. п.) по заданию преподавателя с помощью палетки-клетчатки.

Используемые материалы и оборудование: комплект карт с горизонталями, циркуль-измеритель, палетка-клетчатка, карандаши, линейка.

Теоретические сведения

Для решения многих инженерных задач землеустройства требуется знать площади земельных угодий. Эти площади могут быть рассчитаны аналитически по результатам измерений на местности либо определены по плану или карте графическим и механическим способами либо их комбинациями. Следует иметь в виду, что по планам (картам) площадь определяется с меньшей точностью, чем по результатам непосредственных измерений на местности; при этом на точность определения площадей оказывают влияние погрешности измерений на местности, построения плана и измерений на нем, деформация бумаги и др.

Для определения площадей небольших участков по плану или карте применяется графический способ с разбивкой участка на геометрические фигуры, с помощью палеток и механическим способом - полярным планиметром.

Графический способ определения площадей

Искомую площадь небольшого участка разбивают на простейшие геометрические фигуры: треугольники, прямоугольники, трапеции. При криволинейном контуре участка его разбивка на геометрические фигуры выполняется с таким расчетом, чтобы стороны фигур по возможности ближе совпадали с этим контуром. Затем на плане (карте) измеряют соответствующие элементы фигур и по геометрическим формулам вычисляются площади этих фигур. Площадь всего участка определяется как сумма отдельных фигур.

Точность определения площади во многом зависит от масштаба плана; чем мельче масштаб, тем грубее измеряется площадь. Поскольку графическая погрешность линейных измерений на плане не зависит от длины отрезков, то относительная погрешность короткой линии будет больше, чем длинной. Поэтому заданный участок следует разбивать на фигуры больших размеров с примерно одинаковыми длинами оснований и высот. Для контроля и

повышения точности площадь участка определяется дважды, для чего строят новые геометрические фигуры или в треугольниках измеряют другие основания и высоты. Относительное расхождение в результатах двукратных определений общей площади участка не должно превышать 1 : 200.

Правило: Каждую измеренную сторону (длину) на карте или плане в сантиметрах необходимо перевести в масштаб заданной карты или плана и только после этого подсчитывать площадь по формуле.

Графический способ определения площадей состоит в том, что участки, изображённые на плане, разбивают на треугольники, в которых высоты по величине близки к основаниям. Зная высоту и основание, вычисляют площадь.

Для контроля и повышения точности вычислений площадь каждого треугольника определяют дважды: по двум различным основаниям и высотам.

Формулы для расчета геометрических фигур:

$$1) \text{ Треугольник: } S = a \times b \quad (21)$$

$$2) \text{ Трапеция: } S = (a + b) / 2 \times h \quad (22)$$

$$3) \text{ Квадрат: } S = a \times b \quad (23)$$

где a , b - стороны квадрата, треугольника, трапеции; h - высота; S - площадь.

Расчеты графическим способом (пример)

Участок № 8

$$1) a=2 \text{ см; } h=1 \text{ см; } a=2 \times 50 = 100 \text{ м; } h=1 \times 50 = 50 \text{ м; } S=1/2 \times 100 \times 50 = 2500 \text{ м}^2.$$

$$2) a=1; b=1 \text{ см; } a=1 \times 50 = 50 \text{ м; } b=1 \times 50 = 50; S=50 \times 50 = 2500 \text{ м}^2.$$

$$3) a=3 \text{ см; } b=1 \text{ см; } a=3 \times 50 = 150 \text{ м; } b=1 \times 50 = 50 \text{ м; } S=1/2 \times 150 \times 50 = 3750 \text{ м}^2.$$

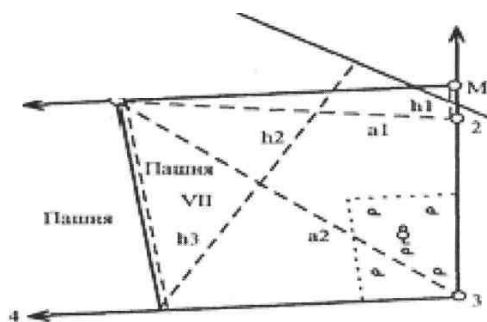
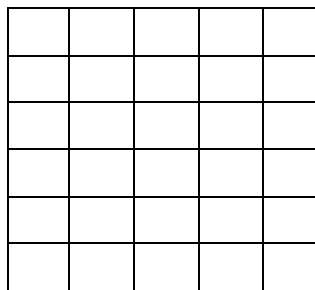


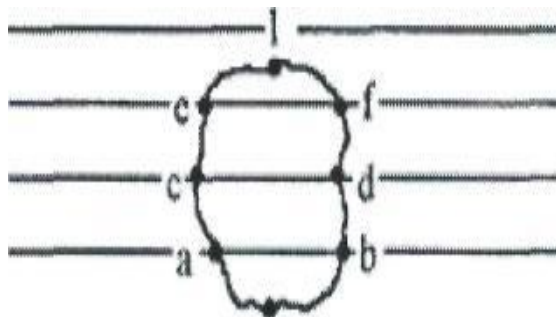
Рисунок 4 - Схема определения площади графическим способом

Способ определения площадей с помощью палетки

Для определения площадей небольших криволинейных участков применяют палетки.



а)



б)

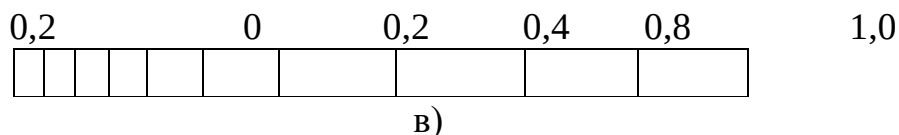


Рисунок 5 – Виды палеток для определения площади контуров на картах:
а – квадратная палетка, б – параллельная палетка, в – масштабная палетка

Квадратная палетка (рисунок 5, а) - это сетка квадратов со сторонами 1-2 мм. Площадь участка определяется подсчётом квадратов палетки, наложенной на фигуру. Рекомендуется при определении площадей участков не более 2 см^2 на плане.

Параллельная палетка (рисунок 5, б) - это ряд параллельных линий, проведённых на расстоянии 2 мм. Палетку накладывают на участок так, чтобы крайние её точки k и l были расположены между её линиями. Измерив средние линии трапецией ab, cd, ef в масштабе плана и умножив их сумму на расстояние между линиями палетки, получают площадь участка. Рекомендуется при определении площадей до 10 см^2 на плане.

Чтобы не выполнять вычислений, строят специальную шкалу - *масштабную палетку* (рисунок 6, в), по которой определяют площадь участка, зная сумму средних линий. Рассчитаем основание шкалы для масштаба 1 : 10 000. При расстоянии между параллельными линиями 2 мм и при длине шкалы 1 см площадь будет равна $20 \times 100 = 2\,000 \text{ м}^2 = 0,20 \text{ га}$. Следовательно, каждому сантиметру шкалы будет соответствовать 0,20 га на местности. Левое основание шкалы делят на 10 частей. После того как сумма средних линий набрана в раствор циркуля, определяют площадь по шкале так же, как расстояние по линейному масштабу.

Ход работы. Пояснение к заданию

Определение площадей малых участков с резко выраженными криволинейными границами рекомендуется производить с помощью квадратной палетки. Палетка представляет собой лист прозрачной основы, на которую нанесена сетка квадратов со сторонами 1-5 мм. Зная длину сторон и масштаб плана, легко вычислить площадь квадрата палетки s.

Для определения площади участка палетку произвольно накладывают на план и подсчитывают число N1 полных квадратов, расположенных внутри контура участка. Затем оценивают на глаз число квадратов N2, составляемых из неполных границ участка. Тогда общая площадь измеряемого участка:

$$S=s \times (N_1+N_2), \quad (24)$$

где s - площадь квадрата палетки, см^2 ;

$S= s \times M^2$, где M - масштаб карты, м.

Для контроля площадь заданного участка измеряют повторно, развернув палетку примерно на 45° . Относительная погрешность определения площади палеткой составляет 1 : 50 – 1 : 100.

Пример расчета:

Участок № 1

$M=1:5000$, в 1 см 50 м; $s=1\text{см}^2$; $N_1=35$; $N_2=15 = 35+15=50$;

$S=50 \times 50 / 2500 \text{ м}^2=0,25$ га - площадь одного квадрата.

$S=50 \times 0,25=12,5$ га.

При определении площадей до 10 см можно использовать параллельную (линейную) палетку, представляющую собой лист прозрачной основы, на которой через равные промежутки $a=2-5$ мм нанесен ряд параллельных линий.

Палетка накладывается на заданный участок таким образом, чтобы крайние точки типа контура разместились посередине между параллельными линиями палетки. В результате измеряемая площадь оказывается расчлененной на фигуры, близкие к трапециям с равными высотами; при этом отрезки параллельных линий внутри контура являются средними линиями трапеции. Следовательно, для определения площади участка с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки нужно измерить длины средних линий трапеции 1, 2, ... n и их сумму умножить на расстояние между линиями с учетом масштаба плана, т. е.

$$S=a \times (1,2,...,n)=?$$

Суммарная длина отрезков может быть замерена с помощью курвиметра-прибора для измерения длин линий на плане. Для этого колесо курвиметра последовательно прокатывают по измеряемым линиям и по разности начального и конечного отсчетов на циферблате определяют суммарную длину отрезков в сантиметрах плана.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы определения площадей по картам?
2. В чем заключается графический способ определения площади?
3. В чем заключается способ определения площади палетками?

Лабораторная работа № 12. Прогнозирование резервов земель для сельскохозяйственного освоения

Цель работы: получение знаний, включающих структуру и содержание территориального планирования и землеустройства административно-территориальных образований, роль, методы землеустройства и территориального планирования административно-территориальных образований различных

категорий земель, правовую и техническую стороны планирования использования земель.

Задание: 1) Оценить структуру земельного фонда, обратить особое внимание на классификацию земельных угодий.

2) По варианту, заданному на карте, выявить источники резервов земель для сельскохозяйственного использования.

3) Проанализировать формы и содержание землеустройства с учетом специфики производства.

Используемые материалы и оборудование: сведения о структуре земельного фонда Российской Федерации; карты; нормативные акты; расчетные формулы.

Теоретические сведения

Земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют *земельный фонд страны*. Согласно действующему законодательству, государственный учет наличия и использования земель в Российской Федерации осуществляется по категориям земель и угодьям без включения в состав земельного фонда земель, покрытых внутренними морскими водами и территориальным морем. Целью государственного учета земель является получение систематизированных сведений о количестве, качественном состоянии и правовом положении земель в границах территорий, необходимых для принятия управленческих решений, направленных на обеспечение рационального и эффективного использования земель.

В составе земельного фонда *категория земель* – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению, имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом.

Действующее законодательство предусматривает семь категорий земель:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населенных пунктов;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

Угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам. Учет земель по угодьям ведется в соответствии с их фактическим состоянием и использованием.

Сельскохозяйственные угодья – угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.

К сельскохозяйственным угодьям отнесены:

- пашня;
- залежь;
- кормовые угодья (сенокосы и пастбища);
- многолетние насаждения.

К несельскохозяйственным угодьям отнесены:

- земли под водой, включая болота;
- лесные площади и земли под лесными насаждениями;
- земли застройки;
- земли под дорогами;
- нарушенные земли;

– прочие земли (овраги, пески, полигоны отходов, свалки, территории консервации и т.д.).

Учету подлежат также оленьи пастбища, предоставленные хозяйствующим субъектам для северного оленеводства. Оленьи пастбища представляют собой территории, расположенные в таких природных зонах, как тундра, лесотундра и северная тайга, растительный покров которых пригоден в качестве корма для северного оленя. Оленьи пастбища отнесены к землям различных категорий и могут учитываться в составе лесных площадей, земель, занятых лесными насаждениями и болотами, нарушенных и прочих земель.

Анализ резервов земельных ресурсов. Результаты анализа и прогноза состояния и использования земель используются в процессе подготовки и принятия решений при рассмотрении вопросов экономической, продовольственной и экологической безопасности Российской Федерации.

Основное назначение данного вида анализа состоит в установлении:

- неиспользуемых и нерационально используемых земель;
- существующего использования земель по установленным категориям земель;
- эффективности использования земель;
- балансов земель по основным видам земельных угодий;
- трансформации земельных угодий;
- перехода земель из одной категории в другую;
- использования земель не в соответствии с их разрешенным использованием;
- рациональности сложившихся способов (характера) использования земельных угодий;
- изменений в составе основных групп землепользователей (агрофирмы, фермеры, лесохозяйственные организации и т. д.) и др.

Анализ осуществляется с привлечением карт фактического использования земель. По результатам анализа строится прогноз дальнейшего использования земель, продуктивности угодий и урожайности сельскохозяйственных культур на основе выявленных тенденций и динамики, а также составляются различные картографические произведения, в том числе:

- карты возможного перспективного использования земель;

– карты прогноза изменения состояния земель в соответствии с тенденциями современного использования земель;

– карты прогноза по: мелиоративному состоянию, эродированности, залеженности, опустыниванию земель и т. д. Анализ и прогноз в данном случае базируется, в том числе, и на результатах различного зонирования, например:

- природно-сельскохозяйственного районирования;
- почвенно-эрозионного районирования территории;
- районирования селе- и оползнеопасных территорий;
- районирования по типам нарушенных земель;
- районирования по видам и интенсивности загрязнения;
- рекреационного районирования территории и т. п.

На основе выполненного анализа и полученных прогнозов вырабатываются рекомендации по повышению эффективности использования и охране земель.

Изыскание резервов земель для сельскохозяйственного производства

Назначение данного вида анализа состоит в установлении наличия площадей потенциальных резервов для выявления земель, не используемых в настоящее время для сельскохозяйственного производства, но пригодных к их освоению под сельскохозяйственные угодья. Подобный анализ осуществляется на основе материалов почвенного обследования, классификации земель по их пригодности в сельскохозяйственном производстве и их продуктивности, климата, рельефа, характера материнских пород, гидрогеологического режима, мелиоративного состояния земель и т. д. В результате анализа вырабатывается прогноз, в котором будет обозначено: какие земли и для каких видов угодий могут быть определены в качестве резерва для расширения площади сельскохозяйственных угодий, вне зависимости от того, чем заняты те или иные участки в настоящее время (леса, кустарники, болота и т. п.).

Результаты прогноза отражаются на карте земель резерва. При построении прогноза учитывается необходимость сохранения лесов с их водоохраным, почвозащитными и иными защитными назначениями, а также болот, являющихся аккумуляторами влаги и источниками питания рек. В процессе анализа должны быть выявлены причины образования каждого конкретного негатива, в том числе с учетом прогрессирующего развития. Исходными данными для анализа служат материалы почвенных, геоботанических, мелиоративных, агрохимических и иных обследований и съемок. Прогнозы состояния земель и соответствующий им картографический материал должны отражать сценарии развития во времени негативных процессов при сочетании различных антропогенных и природных факторов. Рекомендации разрабатываются в соответствии с построенными прогнозами и должны содержать, в том числе, перечень и содержание мероприятий, направленных на улучшения качественного состояния земель, в частности связанных с защитой почв от эрозии и селевых потоков, восстановлением нарушенных земель и пр.

Ход работы. Пояснение к заданию

Пользуясь нормативными документами и материалами, по заданному ва-

рианту на карте провести анализ структуры земельного фонда и выявить источники земельных резервов для сельскохозяйственного освоения. Таковыми могут быть:

- участки залежи;
- малопродуктивные пастбища и сенокосы;
- неиспользуемые в сельском хозяйстве земли, но пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур;
- болота (низинные и переходные);
- площади, не покрытые лесом (горы, редины, прогалины);
- нерекультивированные площади;
- нарушенные земли.

Спрогнозировать на краткосрочную перспективу (1-5 лет) изъятия земель для промышленности, транспорта, градостроительства и других несельскохозяйственных целей по следующей формуле (25):

$$P_{л} = P_{ф} + (P_{ф} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times T), \quad (25)$$

где $P_{л}$ - общая площадь землеотводов на перспективный период, га; $P_{ф}$ - среднегодовой фактический размер землеотводов за предшествующий период, га; K_1 - коэффициент ужесточения строительных норм (0,9); K_2 - коэффициент инфляции, учитывающий среднегодовой прирост капитальных вложений в новое строительство (3,3); K_3 - коэффициент, учитывающий долю иностранных инвестиций (0,05); K_4 - коэффициент эффективности капитальных вложений в охрану окружающей среды (0,16); T - число лет прогнозируемого периода (5 лет).

В ходе проведения анализа выявить:

- целесообразность использования ценных сельскохозяйственных земель под застройку, дороги и на другие цели, непосредственно не связанные с сельскохозяйственным производством;
- зарастание сельхозугодий кустарником и мелколесьем;
- состояние мелиорированных земель;
- загрязнение почв ядохимикатами и сточными водами;
- деградацию кормовых угодий в результате бессистемного выпаса;
- применение ядохимикатов в водоохраных зонах;
- неправомерное размещение складов с ядохимикатами и минеральными удобрениями, места складирования навоза;
- наличие и достаточность защитных, лесных насаждений по оврагам и вокруг водоемов;
- сохранность болот, расположенных на водоразделах, питающих реки и выполняющих функцию аккумуляторов стока;
- соблюдение режима ограниченного использования охраняемых территорий.

Контрольные вопросы:

1. Какие земли относятся к угодьям?

2. Каков порядок проведения землеустройства?
3. Что собой представляет структура земельного фонда Российской Федерации?

Лабораторная работа № 13. Нивелирование. Изучение устройства нивелира

Цель работы: изучение устройства оптического нивелира, подготовка прибора к работе.

Задание: 1) Изучить устройство нивелира и освоить взаимодействие его основных частей. 2) Зарисовать нивелир и выучить название его элементов (рисунок 7). 3) Изучить устройство нивелирных реек. 4) Зарисовать в поле зрения трубы нивелира изображение нивелирной рейки шашечного типа и произвести отсчет по трем нитям сетки (рисунок 8).

Используемые материалы и оборудование: комплект нивелиров с нивелирными рейками, журналы нивелирования.

Теоретические сведения

Нивелирование - это геодезический вид работ по определению превышений (разностей высот точек). В зависимости от метода определения различают несколько видов нивелирования: геометрическое, тригонометрическое, барометрическое, гидростатическое и др.

Наиболее широко в строительном и гидротехническом производстве, природообустройстве используют геометрическое нивелирование. В ряде случаев используют тригонометрическое, гидростатическое и барометрическое нивелирования.

Геометрическое нивелирование - это нивелирование при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью. Для получения такого луча и служат приборы - нивелиры. Они предназначены для определения разности высот двух точек при помощи горизонтального визирного луча и вертикально установленных в этих точках реек.

В зависимости от точности и назначения нивелирование подразделяется на I, II, III, IV классы и техническое. Точность определения превышений характеризуется величиной средней квадратической погрешности на 1 км, (двойного в прямом и обратном направлениях) хода. В соответствии с действующим стандартом (ГОСТ 10528-76) нивелиры выпускаются трех типов: высокоточные (Н-0,5; Н-1), точные (Н-3) и технические (Н-10). В основу шифра положена среднеквадратическая погрешность t (0,5; 3; 10 мм) измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода. В зависимости от конструкции нивелиры подразделяют на глухие, с уровнем при трубе (Н), с самоустанавливающейся линией визирования (ПК) и с наклонным лучом нивелирования.

Кроме того, нивелиры Н-3 и Н-10 выпускаются с лимбами для измерения горизонтальных углов. При наличии компенсатора в шифр прибора вводится

дополнительно буква К, а при наличии лимба - буква Л, например, Н-ЗК; Н-10Л; Н-ЮКЛ.

Устройство цифровых (электронных) нивелиров рассматриваются в лекциях.

Нивелиры с цилиндрическими уровнями

Нивелир Н-З (рисунок 6) - точный нивелир, предназначен для нивелирования III и IV классов, а также инженерно-геодезических работ при изысканиях и строительстве.

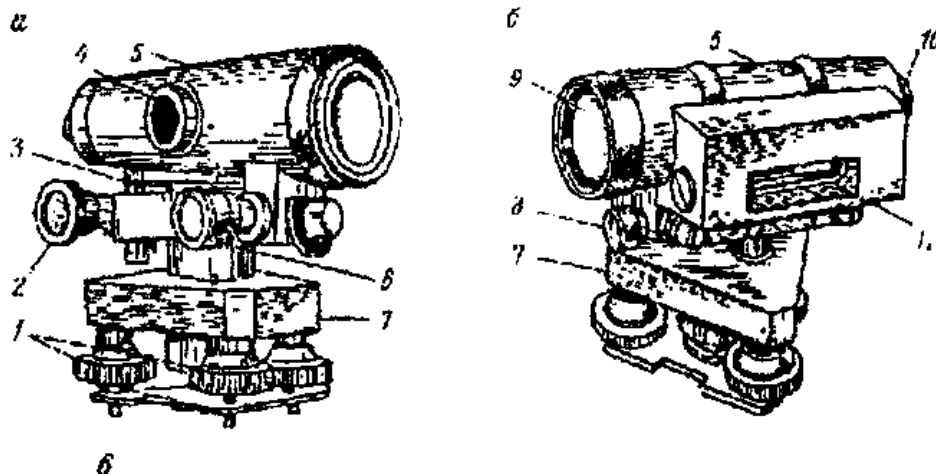


Рисунок 6 - Нивелир Н-З: а) вид со стороны круглого уровня; б) вид со стороны цилиндрического уровня. 1 - подъемные винты; 2 - элевационный винт;

3 - круглый уровень; 4 - кремальера; 5 - корпус зрительной трубы;

6 - наводящий винт; 7 - трегер; 8 - закрепительный винт; 9 - объектив;

10 - окуляр; 11 - контактный цилиндрический уровень

Нивелир состоит из двух основных частей: нижней, представляющей собой подставку 7 (трегер) с тремя подъемными винтами 1. Нивелир крепится на подставку при помощи станового винта и пружинящей пластины. Верхняя часть, состоящая из зрительной трубы 5 с объективом 9 и окуляром 10, имеет коробку, в которую заключен цилиндрический уровень. Исправительные винты уровня закреплены в торцевой части коробки 11. Для приближенного наведения зрительной трубы на рейку используют мушку. Фокусировку зрительной трубы осуществляют вращением кремальеры 4. Для наведения трубы на предмет используют закрепительный 8 и наводящий 6 винты. Приведение пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт осуществляют вращением элевационного винта 2. Круглый уровень 3 снабжен тремя исправительными винтами 1.

В поле зрения *зрительной трубы* (рисунок 7) выведено изображение концов пузырька уровня. При нахождении пузырька в нуль-пункте изображение половинок совмещено.

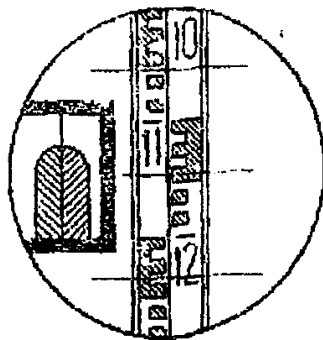


Рисунок 7 - Поле зрения зрительной трубы нивелира Н-3 при положении пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункте

При определении превышений отсчеты по рейке производят в средней нити. При этом необходимо помнить, что зрительная труба дает обратное изображение предметов и отсчеты в поле зрения трубы возрастают сверху вниз. На рисунке 7 отсчет равен 1145.

Нивелирная рейка

В соответствии с ГОСТ 11158-83 «Рейки нивелирные. Технические условия» рейки бывают трех типов: РН-10, РН-3 и РН-05. Буквы означают: Р - рейка, Н - нивелирная, а цифры 10, 3 и 05 указывают средние квадратические погрешности нивелирования в миллиметрах на 1 км хода, характеризующие точность работ, для которых предназначены рейки.

Рейка РН-10 - двусторонняя шашечная, предназначена для технического нивелирования. Рейки этого типа выпускаются складные длиной 4 м. Они могут изготавливаться с прямой и обратной оцифровкой шкал в соответствии с прямым или обратным изображением зрительной трубы нивелира. В обозначении складных реек после указания их длины добавляется буква С. В зависимости от направления оцифровки шкал добавляется буква П (прямая) или О (обратная).

Рейка РН-3 двухсторонняя шашечная предназначена для нивелирования III, IV классов. Эти рейки выпускают длиной 1,5; 3,0; 4,0 м.

На черной стороне двухсторонней рейки деления выполнены по 10 мм и счет их идет от 0, совпадающего с пяткой рейки. На красной стороне рейки счет таких сантиметровых делений начинается от произвольного числа, обычно превышающего 4 000 мм, например 4 687 мм. Таким образом, отсчеты по двум сторонам одной и той же рейки не могут быть одинаковыми, но разность их нулей - величина постоянная.

Трехметровые рейки могут быть складными или цельными. Так, складная трехметровая рейка для прямого изображения трубы имеет шифр РН-3П-3000С. Двусторонние рейки типа РН-10, РН-3 применяются в основном на геодезических работах в строительстве. Это деревянные бруски шириной 8-10 см и толщиной 2-3 см, на которых нанесены шашечные сантиметровые деления и подписаны значения дециметров снизу вверх. Так как трубы большинства отечественных нивелиров дают обратное положение, то числовые надписи на рейке обычно делают перевернутыми, чтобы в поле зрения трубы читались их прямые

изображения. У двухсторонних реек на одной стороне нанесены черные и белые деления - шашки (черная сторона), а на другой стороне - красные и белые (красная сторона).

Взять отсчет по рейке - значит определить длину вертикального отрезка от точки или поверхности, на которой стоит пятка рейки, до горизонтального луча визирования. Отсчеты всегда берут по средней горизонтальной нити сетки, а иногда по крайним (для контроля, для определения расстояния до рейки по нитяному дальномеру). Отсчет считают в миллиметрах и записывают в виде четырехзначного числа. Сначала по надписям на рейке отсчитывают целые метры и дециметры, затем - по количеству целых шашечных делений - сантиметры (каждые 5 делений для удобства отсчета объединены на рейке в группы в виде буквы Е), миллиметры определяют на глаз.

Рейки типа РН-3 снабжаются круглыми уровнями для установки их в отвесное положение.

Рейка РН-05 - односторонняя штриховая прецизионная, предназначена для нивелирования I, II классов. Рейки этого типа изготавливаются только цельные длиной 3,0 или 1,2 м. Такая рейка представляет собой раму, в которой натянута инварная лента. Нижний конец ленты закреплен наглухо, а верхний соединен с пружиной, придающей ленте постоянное натяжение. На лицевой стороне ленты нанесены две шкалы, смещенные одна относительно другой на 2,5 мм; подписаны полудециметровые деления от 0 до 60 (основная шкала) и от 60 до 120 (дополнительная шкала). Отсчет по прецизионной рейке берут с помощью оптического микрометра, вводя изображение ближайшего к горизонтальной нити штриха рейки в середину клиновидного биссектора сетки нитей.

Контрольные вопросы:

1. На чем основан принцип действия современных нивелиров?
2. На какие типы подразделяют нивелиры по принципу действия?
3. На какие типы подразделяют нивелиры в зависимости от точности?

Лабораторная работа 14. Нивелирование. Определение превышений способом геометрического нивелирования

Цель работы: освоение основных понятий и способов геометрического нивелирования.

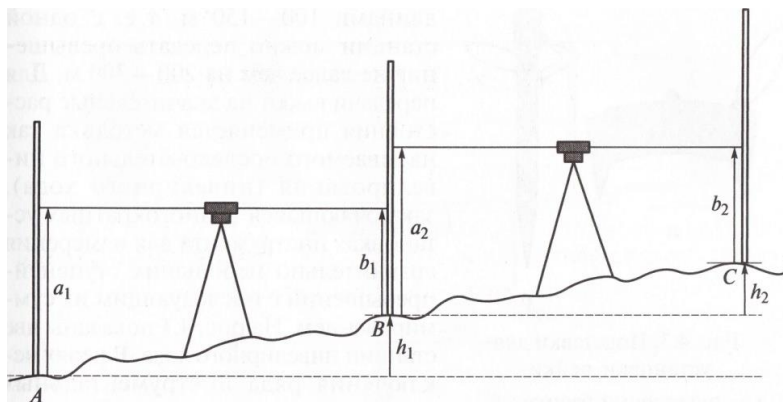
Задание: 1. Снять отсчет по рейке в установленных точках на местности. 2. Определить превышение (h). 3. Оформить результаты в журнал нивелирования.

Используемые материалы и оборудование: комплект нивелиров с нивелирными рейками, журналы нивелирования.

Теоретические сведения

Геометрическое нивелирование - наиболее распространённый способ, его выполняют с помощью прибора - нивелира, задающего горизонтальную линию визирования.

В геометрическом нивелировании превышения определяют чаще всего способом «из середины» (рисунок 8), так как он по точности, надёжности и производительности труда значительно превосходит способ нивелирования «вперед».



$$h = a - b$$

Рисунок 8 - Геометрическое нивелирование: способ «из середины»

Сущность геометрического нивелирования заключается в следующем: нивелир устанавливают горизонтально и по рейкам с делениями, стоящими в точках А и В, определяют превышение h как разность между отрезкам a и b . Место постановки нивелира (станция) выбирают по возможности на равных расстояниях (a) от задней и передней (b) реек. При равенстве расстояний (плеч) исключается влияние погрешностей.

Ход работы

Нивелирование, как правило, начинают с репера (R_p), или с точки, отметка которой известна. В этом случае на начальной и следующей (определяемой) точках устанавливают рейки. Нивелир размещают приблизительно посередине между точками. Пользуясь подъемными винтами, пузырек круглого уровня приводят в нуль-пункт. Трубу нивелира наводят на рейку на задней (начальной) точке. Далее, пользуясь элевационным винтом, пузырек цилиндрического уровня приводят в нуль-пункт (совмещают изображения концов пузырька контактного уровня) и берут отсчет по черной стороне рейки. Результаты нивелирования записывают в специальный журнал (таблица 17).

Если известна отметка H_A точки А и превышение h , то отметку H_B точки В определяют как их сумму: $H_B = H_A + h$. Во избежание ошибок в знаке превышения точку, отметка которой известна, считают задней, а точку, отметку которой определяют, - передней, т. е. превышение - это всегда разность отсчётов назад и вперёд. Отсчёты должны производиться при ответном положении реек.

Первый отсчет заносят в колонку 3 журнала (последовательность записей указана цифрами, заключенными в скобки после четырехзначных цифр в колонках). Наводят трубу на черную сторону передней рейки, берут отсчет по средней нити и заносят в четвертую графу (запись 2). Затем поворачивают рейки красными сторонами к нивелиру и берут отсчеты по передней (запись 3) и задней (запись 4) рейкам. Если между задней и передней точками есть промежуточная точка, то переносят и устанавливают на нее заднюю рейку и берут отсчет по черной (запись 5) и красной (запись 6) сторонам.

Таблица 17 – Журнал нивелирования (пример)

Станция	Точка нивелирования	Отсчет по рейке			$h_{\text{выч}}$		$h_{\text{ср}}$		$h_{\text{испр}}$		H_r	$H, \text{ м}$
		задний	передний	промежуточный	+	-	+	-	+	-		
1	Rp1 ПКО	2808(1) 7496(4)	0702(2) 5380(3)		2106(7) 2107(8)		1 2106(9)	2107				110,110
												112,217
		4688										
			4687									
2 3	ПКО ПК1 ПК1 Т+30,2 ПК2	1345(1) 6033(4)	1998(2) 6684(3)	2011(5) 6698(6)	0389 0389	0653 0651	+ 1 0389	+ 1 0652	0388	0651 112,866	111,566 110,855 111,178 -	112,217 111,566
		4688 1300(1) 5988(4)										
			4686 1689(3) 6377(2)									
		fc 4688										
				4687								
			4688									

Таблица 18 – Журнал нивелирования (к заданию)

Станция	Точка нивелирования	Отсчет по рейке			h превышение, (a-b)
			задний (a)	передний (b)	
1		черная сторона			
		красная сторона			
		средний отсчет			
2					

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается сущность геометрического нивелирования?
2. Что означает «взять отсчет по рейке»?
3. Для чего снимать отсчеты по двум сторонам рейки (черной и красной?)
4. Где применяются результаты нивелирования?

Лабораторная работа № 15. Изучение устройства теодолита

Цель работы: изучение устройства теодолита, основных его деталей, приобретение навыков выполнения поверок и юстировки прибора.

Задание: 1) Изучить устройство теодолита, зарисовать схему прибора с обозначениями. 2) Ознакомиться с классификацией теодолитов.

Используемые материалы и оборудование: теодолит со штативом, бланки задания.

Теоретические сведения

Теодолит - геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, а также расстояний и азимутов. Теодолиты широко применяются для определения планового и высотного положения точек при создании исходных и съемочных сетей, при производстве топографических съемок, геодезических разбивочных работ.

По устройству отсчетных приспособлений теодолиты подразделяются на верньерные (отсчеты берутся по диаметрально расположенным верньерам через лупы) и оптические (отсчеты передаются с помощью специального устройства в поле зрения микроскопа, расположенного вблизи зрительной трубы). Теодолиты выпускаются с лимбами из оптического стекла. У этих теодолитов изображение лимбов горизонтального и вертикального кругов передается в поле зрения отсчетных устройств. Оптические теодолиты удобны в эксплуатации, обеспечивают более высокую производительность труда, меньше утомляют наблюдателя в процессе работы. Современные теодолиты отличаются наличием электронного отсчетного устройства.

В зависимости от точности измерения горизонтальных углов теодолиты могут быть разделены на три типа:

1. Высоточные Т05 и Т1, предназначенные для измерения углов в триангуляции и полигонометрии 1-го и 2-го классов.

2. Точные Т2 - для измерения углов в триангуляции и полигонометрии 3-го и 4-го классов; Т5 - для измерения углов в триангуляционных сетях и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов.

3. Технические Т15, ТЗО и Т60 - для измерения углов в теодолитных и тахеометрических ходах и съемочных сетях, а также для выполнения разбивочных работ на местности.

В условных обозначениях теодолитов цифра означает среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним приемом в секундах; для теодолита Т5 $m = 5''$, для ТЗО $m = 30''$ и т. д.

По виду отсчетных устройств различают верньерные и оптические теодолиты. Отсчетные устройства в виде верньеров использовались в теодолитах с металлическими кругами (ТТ-50, Т-5 и др.). Теодолиты со стеклянными угломерными кругами и оптическими отсчетными устройствами называются оптическими; в них с помощью оптической системы изображения горизонтального и вертикального кругов передаются в поле зрения специального микроскопа.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются только оптические теодолиты. Выпуск теодолитов с металлическими кругами и верньерами прекращен. В последние годы взамен теодолитов серии Т налажен выпуск более совершенных теодолитов унифицированных серий 2Т, 3Т и 4Т (например: 2Т2, 3Т2, 2Т5, 3Т5, 2Т15, 4Т15, 2Т30, 4Т30 и др.).

По конструкции системы вертикальных осей горизонтального круга теодолиты подразделяются на неповторительные и повторительные.

У неповторительных теодолитов лимбы имеют только закрепительные винты либо приспособления для поворота и закрепления его в различных положениях. Повторительные теодолиты имеют специальную повторительную систему осей лимба и алидады, позволяющую лимбу совместно с алидадой вращаться вокруг своей оси. Такой теодолит позволяет поочередным вращением алидады несколько раз откладывать (повторять) на лимбе величину измеряемого горизонтального угла, что повышает точность измерений.

По назначению различают следующие типы теодолитов.

1. Геодезические (собственно теодолиты) - предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов.

2. Тахеометры - предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов и определения расстояний с помощью нитяного дальномера или оптическими дальномерными насадками, что позволяет выполнять с их помощью тахеометрическую съемку. Все технические теодолиты (Т15, ТЗО и др.) являются тахеометрами.

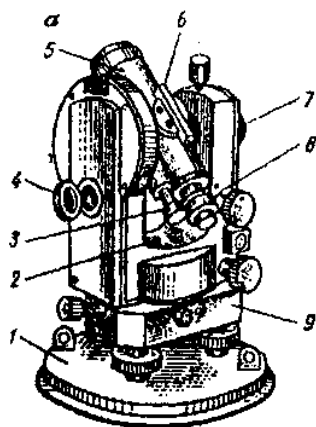
3. Теодолиты специального назначения: астрономические теодолиты (АУ2"/10", АУ2"/2") - предназначены для определения широты, долготы и

азимутов на основе астрономических наблюдений; маркшейдерские теодолиты (Т15М, Т30М, 2Т30М) - для измерений в подземных горных выработках; специализированные теодолиты - гиротеодолиты, фототеодолиты, лазерные теодолиты, кодовые теодолиты и др.

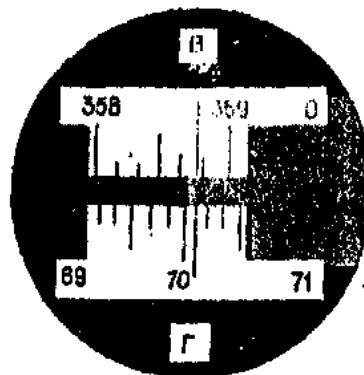
В практике топографо-геодезических работ обычно применяются точные и технические теодолиты, у которых отсчетными приспособлениями являются штриховые и шкаловые микроскопы.

Ход работы. Пояснение к заданию

Теодолит Т30. Круглое основание 1 теодолита (рисунок 9), с которым скреплена подставка 14, одновременно служит дном футляра прибора, что позволяет закрывать прибор, не снимая его со штатива при переходе с точки на точку и при перерывах в работе. Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение подъемными винтами 15 с помощью цилиндрического уровня 11 при горизонтальном круге. Уровень расположен параллельно коллимационной плоскости зрительной трубы. Исправительным винтом 10 ось уровня устанавливается перпендикулярно к оси вращения теодолита.



а



б

Рисунок 9 - Теодолит Т 30 (а) и поле зрения отчетного микроскопа (б):

1 - основания теодолита; 2 - отверстие в основании прибора; 3 - микроскоп отсчетного устройства; 4 - зеркало; 5 - зрительная труба; 6 - оптический визир;
7 - кремальера; 8 - окулярное кольцо для установки по глазу сетки нитей;
9 - подставка

Горизонтальный круг (лимб) и алидада могут вращаться совместно и раздельно, что обеспечивается наводящими устройствами 2 и 13 лимба и 3 и 2 алидады. Зрительная труба имеет оптический визир 6 для предварительного наведения на предмет: ее фокусировка осуществляется вращением винта 9. Вместе с трубой скреплены вертикальный круг 7 и отсчетный микроскоп 5.

Для освещения оптического устройства используют зеркало для направления лучей (зайчика) в отверстие для подсветки. Закрепительным винтом 8 трубу фиксируют в заданном положении, а наводящим винтом 4 медленно вращают ее в вертикальной плоскости для точного наведения на цель. Зрительная труба теодолита ТЗО может быть использована как оптический центрир. Для этого ее устанавливают вертикально объективом вниз и визируют на точку стояния через отверстие 16 в круглом основании прибора.

В поле зрения микроскопа видны изображения вертикального (сверху с буквой В) и горизонтального (снизу с буквой Г) кругов. Цена делений обоих кругов - 10'. Отсчеты производят по неподвижному индексу с оценкой десятых долей делений на глаз: на рисунке 1 отсчет по вертикальному кругу равен $358^{\circ}48'$, по горизонтальному - $70^{\circ}05'$. Теодолит ТЗО имеет штриховой микроскоп. Необходимо помнить, что теодолит ТЗО не имеет уровня при вертикальном круге, его заменяет уровень при горизонтальном круге. Поэтому при наведении на предмет и отсчете по вертикальному кругу пузырек уровня должен находиться в нуль-пункте.

Контрольные вопросы:

1. Для чего используется прибор теодолит, какого его устройство?
2. На какие категории делятся теодолиты в зависимости от точности?
3. Как производится отсчет в поле зрения микроскопа отсчетного устройства прибора?

Лабораторная работа № 16. Измерение горизонтальных и вертикальных углов

Цель работы: освоение методики измерения горизонтальных и вертикальных углов и обработки полученных результатов, приобретение начальных навыков геодезических измерений.

Задание: 1) Провести измерение горизонтальных углов способом приемов. 2) Провести измерение вертикальных углов (углов наклона). 3) Записи произвести в журналах (таблицы 1, 2).

Используемые материалы и оборудование: комплект теодолита, бланки задания, визирные цели и журналы измерения.

Теоретические сведения

Для измерения горизонтальных углов применяются следующие способы: способ приемов, способ круговых приемов, способ повторений и комбинаций.

Измерение углов способом приемов

Этот способ применяется для измерения одного угла. Измерение может быть выполнено при произвольном положении лимба или при установке его в такое положение, при котором отсчет на точку А будет немного больше нуля (рисунок 11). Во втором случае упрощаются вычисления углов.

Угол измеряют при закрепленном лимбе в такой последовательности.

Открепляют алидаду, наводят зрительную трубу на точку А в начале

приблизленно - при помощи визиров на корпусе трубы, а затем точно - с помощью наводящего винта алидады и берут отсчет "а" по горизонтальному кругу. Отсчет записывают в журнал измерения горизонтальных углов (таблица 19). Ослабляют закрепительный винт алидады и вращением ее по часовой стрелке визируют на точку В и делают отсчет "в". Величина измеряемого угла $\beta = в - а$. Если отсчет "в" меньше отсчета "а", то к нему прибавляют 360° . Такое измерение угла называется *полуприемом*.

Для контроля и ослабления влияния инструментальных погрешностей угол измеряют при втором положении вертикального круга. При измерении угла вторым полуприемом трубу переводят через зенит и производят все действия в указанном выше порядке при другом положении вертикального круга.

Значения углов в полуприемах не должны различаться между собой на величину удвоенной точности отсчетного устройства, т. е. $2t$. Если это требование соблюдается, то за окончательное значение угла принимают среднее из других полуприемов. При несоблюдении этого требования угол измеряют заново. Результаты измерений оформляют в журнале (таблица 19).

Необходимо отметить, что при измерении углов оптическим теодолитом лимб между полуприемами не переставляют. Способ приемов применяется при проложении теодолитных ходов, выносе проектов в натуру.

Измерение углов способом круговых приемов

Если при вершине угла О (рисунок 10, б) больше двух направлений, то измерение углов производят способом круговых приемов. Угол измеряют следующим образом. Закрепляют лимб, и вращением алидады по ходу часовой стрелки наводят зрительную трубу на точки 1, 2, 3, 4, снова наводят на первую точку и берут отсчеты а, в, с, а по горизонтальному кругу и записывают в журнал (таблица 19). Описанные действия составляют первый полуприем. Сравнивая между собой начальный и конечный отсчеты на точку 1 (замыкание горизонта), убеждаются, что их расхождение не превышает двойной точности

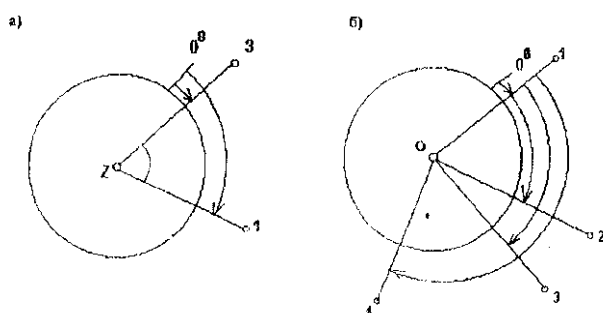


Рисунок 10 - Схема измерения горизонтальных углов:
а - способом приемов; б - способом круговых приемов

отсчетного устройства (2 минуты для теодолита Т30) и приступают ко второму полуприему.

Измерение вертикальных углов (углов наклона)

Углом наклона называют угол между горизонтальной плоскостью и направлением на наблюдаемую точку. Различают *положительные* – углы *повышения* и *отрицательные* – углы *понижения* линии визирования.

Ход работы

Работа по измерению углов на станции выполняется в следующем порядке:

1. Установка теодолита в рабочее положение включает следующее: центрирование прибора; приведение оси инструмента в отвесное положение; установка трубы для визирования.
2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов (направлений).
3. Обработка журнала наблюдений и контроль измерений на станции.

Таблица 19 - Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов. Теодолит Т30 (пример)

Точка		Отсчет по горизонтальному		Среднее
станция	визирование	кругу		значение угла
		КП	КЛ	
О	А	0°08'	180° 07'	90 °07,5'
	В	153°31'	333° 31'	243° 31,0'
	Значение угла	153° 23'	153° 24'	153° 23,5'

Таблица 20 - Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов. Теодолит Т30 (для заполнения и обработки результатов съемки)

Точка		Отчет по горизонтальному		Среднее
станция	визирование	кругу		значение угла
		КП	КЛ	
О	А			
	В			
	Значение угла			

В процессе измерения углов наклона определяют место нуля (МО) – отсчет, соответствующий горизонтальному положению визирной оси трубы и оси уровня вертикального круга. Измерение проводят следующим образом:

1. Зрительную трубу приблизительно наводят на точку и подъемными винтами приводят пузырек уровня горизонтального круга в нуль-пункт.
2. Наводящим винтом зрительной трубы наводят среднюю горизонтальную нить сетки на наблюдаемую точку.
3. Производят отсчет по вертикальному кругу (например, КП).

4. Аналогичные действия повторяют при другом положении вертикального круга и получают отсчет при КЛ.

Для теодолита 2 Т30 формулы вычислений места нуля и угла наклона имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{МО} &= (\text{КЛ} + \text{КП})/2, \\ v &= (\text{КЛ} - \text{КП})/2, \\ v &= \text{КЛ} - \text{МО} = \text{МО} - \text{КП}. \end{aligned} \quad (26)$$

При вычислении места нуля и угла наклона к отсчетам, меньшим 90° , прибавляют 360° .

Контролем измерений служит постоянство места МО. Для удобства вычислений углов наклона значение МО должно быть близко к нулю.

Таблица 21 - Журнал измерений вертикальных углов. Теодолит 2 Т30 (пример)

		Отчет по вертикальному		Место нуля, МО	Вертикальный угол	Примечание
Станция	Точки визирования	кругу				
		КП	КЛ			
О	А	182° 15	357° 51	+0° 03	- 2° 12	
	В	3° 38	356° 30	+0° 04	+3° 34	

Таблица 22 - Журнал измерений вертикальных углов. Теодолит 2 Т30 (для заполнения и обработки результатов съемки)

		Отчет по вертикальному		Место нуля, МО	Вертикальный угол	Примечание
Станция	Точки визирования	кругу				
		КП	КЛ			
О	А					
	В					

Контрольные вопросы:

1. Перечислите порядок измерения углов на станции.
2. Какие существуют способы измерения горизонтальных углов?
3. Опишите порядок установки теодолита в рабочее положение.
4. Что такое место нуля?

Лабораторная работа № 17. Вычисление объемов земляных работ при планировке поверхности полей

Цель работы: научиться выполнять расчет объемов земляных работ при вертикальной планировке поверхности полей и газонов.

Задание: 1) Изучить данные нивелирования поверхности земли по квадратам с целью решения задачи по вертикальной планировке (по варианту -

таблица 23). 2) Рассчитать отметку линии нулевых работ. 3) Вычислить объемы земляных работ при вертикальной планировке поверхности (таблица 24). 4) Составить схему перемещения грунта при вертикальной планировке поверхности поля.

Используемые материалы и оборудование: схема нивелирования по квадратам с указанием рабочих отметок; расчетные формулы.

Теоретические сведения

Вертикальная планировка поверхности земли - это инженерное мероприятие по искусственному изменению, преобразованию и улучшению рельефа местности для использования его в сельскохозяйственных, градостроительных, природоохранных и других целях.

Вертикальную планировку необходимо выполнять с максимальным сохранением естественного рельефа местности, при расчете оперируя наименьшими объемами земляных работ.

При этом правильным будет сохранение плодородного слоя почвы там, где это возможно. Если этого сделать нельзя, то гумусовый слой почвы снимают и перемещают за пределы стройплощадки. Впоследствии срезанный слой пойдет на благоустройство территории.

Наибольшее распространение получили методы планировки под топографическую поверхность и под наклонные либо горизонтальные плоскости. Планировка под топографические поверхности ведется с максимальным приближением к естественному рельефу и применяется для уменьшения объемов земляных работ. При этом необходимо, чтобы объем срезки грунта был равен объему подсыпки, т. е. чтобы площади фигур, образованных проектными горизонталями и фактическими ниже по склону (места срезки грунта), равнялись площадям фигур, расположенным выше по склону (места подсыпки грунта).

Чаще всего исходными данными для вертикальной планировки служат топографические планы местности, разбитые на квадраты. При выполнении планировки для рекультивации земель необходимо специально выполнять нивелирование по квадратам с целью получения существующего рельефа местности в горизонталях с вычислением отметок вершин квадратов.

Если имеется готовый план местности в горизонталях, то на него наносят сетку квадратов со сторонами 10 либо 20 м. Длина стороны квадрата зависит от сложности рельефа.

Отметки вершин квадратов определяют по плану интерполированием или экстраполированием по горизонталям. Отметки точек в вершинах квадратов называются *фактическими*, а *проектными* будут такие отметки, которые надо получить в результате планировки. Разность между проектной и фактической отметкой называется *рабочей отметкой* и показывает, какое количество грунта необходимо срезать (если отметка отрицательная) или подсыпать (если отметка положительная).

Отметки поверхности земли можно получить путем геодезического приема нивелирования по квадратам, когда нивелир устанавливают в середине се-

ти квадратов и снимают отсчеты по рейкам, установленным в каждой вершине квадратов. Тогда, вычитая из отсчетов по рейке высоту прибора, получают относительные отметки вершин квадратов, а после привязки к реперу получают абсолютные фактические отметки поверхности.

Исходные данные для вертикальной планировки - см. рисунок 11. Необходимо решить, в какую плоскость следует преобразовывать рельеф: в горизонтальную или наклонную. Выбирается более экономичный вариант.

Ход работы

Последовательность решения задачи упрощенным способом:

1. Вычисляется средняя отметка из всех данных, она и будет являться проектной (рисунок 1).

2. Вычисляются рабочие отметки всех вершин квадратов как разность между проектной и фактической отметками.

3. Если величины рабочих отметок слишком большие, то планировку следует выполнять в наклонной плоскости; для получения рабочих отметок в наклонной плоскости надо провести по сетке квадратов линию нулевых работ по отметкам, равным средней, путем интерполяции и от этой линии назначить уклоны на крутизну ската вверх и вниз по рельефу, тогда проектные отметки в вершинах квадратов по сторонам от линии нулевых работ можно определить по формуле (27):

$$H_{пр}^i = H_{ср} \pm i \cdot d_1, \quad (27)$$

где $H_{пр}^i$ - проектная отметка каждой вершины квадрата; $H_{ср}$ - средняя отметка из всех вершин; i - желаемый и оптимальный уклоны проектной поверхности; d_1 - расстояние от линии нулевых работ до каждой вершины квадрата по направлению уклона по линии сетки, в которой нужно определить проектную отметку.

4. Рабочие отметки подписывают на сетке квадратов (рисунок 11).

5. Проводят *линию нулевых работ* (граница между участками насыпи - выемки грунта, которая проходит через точки на сторонах квадратов, где рабочие отметки равны нулю ($H_ч = H_{ср}$) в виде ломаной, соединяющей точки нулевых работ; для этого по схеме вычисляют расстояние от вершин квадратов до точек, в которых насыпь переходит в выемку (рисунок 11).

6. По рабочим отметкам вершин квадратов вычисляют объемы земляных работ. Расчет объемов земляных масс при вертикальной планировке площадок осуществляется методом четырехугольных призм по расчетным формулам (28-32) для случаев, когда квадраты имеют рабочие отметки одного знака (формула 28) и разные знаки (формулы 29-32).

Расчетные формулы для вычисления объема квадрата:

рабочие отметки с одним	$\pm V_{кв} = a^2 \cdot \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$	(28)
знаком, знак объема		
зависит от знака рабочих		
отметок		

объема призмы с основанием треугольник:

$$\text{- объем выемки} \quad -V_B = a^2 - \frac{b \cdot c}{2} \cdot \left[\frac{h_1 + h_2 + 2h_0 + h_4}{5} \right] \quad (29)$$

$$\text{- объем насыпи} \quad +V_H = \frac{b \cdot c}{2} \cdot \left[\frac{h_0 + h_3 + h_0}{3} \right] \quad (30)$$

объема трапеции:

$$\text{- объем выемки} \quad -V_B = a \cdot P_B \cdot \left[\frac{h_1 + h_2 + 2h_0}{4} \right] \quad (31)$$

$$\text{- объем насыпи} \quad +V_H = a \cdot P_H \cdot \left[\frac{h_0 + h_4 + h_3 + h_0}{4} \right] \quad (32)$$

где a - сторона квадрата (по заданию); h_0 - отметка линии нулевых работ; b, c, P_B, P_H - расстояние от вершины квадрата с рабочей отметкой h_2 или h_1 , от которой откладывается расстояние нулевой точки h_0 (равное x или y) с соответствующим знаком (+ или -).

В приведенные формулы рабочие отметки ставятся по своей абсолютной величине, а знак всех рабочих отметок фигуры (квадрата или его части) определяет объемы к выемке или насыпи.

Для упорядочения расчетов рекомендуется выполнять их в форме, приведенной в таблице 24.

Каждому квадрату слева направо и сверху вниз присваивается номер, представленный на чертеже (в кружке). Для квадратов, разделенных линией нулевых работ, ставятся два номера: очередной и тот же, но со штрихом, например, 4 и 4' соответственно для выемки и насыпи.

8. Объемы земляных работ определяются в границах каждого квадрата считая срезаемые или насыпаемые объемы фигурами стереометрии (призмами или пирамидами), а затем подсчитывается сумма всех насыпаемых и всех срезаемых частей и баланс земляных работ.

В тех случаях, когда объемы работ по вертикальной планировке рассчитываются под нулевой баланс грунта ($V_B = V_H$), необходимо проверить расхождение расчетных объемов выемки и насыпей, которое не должно превышать 5 % от объемов выемки.

После определения основных объемов следует определить объемы земляных работ в откосах площадки. Крутизна откосов принимается в зависимости от типа грунтов по табличным данным (в данной лабораторной работе не рассчитываются).

Пример выполнения расчёта по данным, представленным на рисунке 11

- средняя отметка из всех данных - 1,525 м;
- рабочие отметки подписаны курсивом и получены вычитанием из средней отметки фактической отметки;
- линия нулевых работ получена путем интерполяции и обозначена пунктиром;
- объемы земляных работ получены расчетом по формулам (28-32) и обозначены в кружках на схеме (рисунок 11);

- баланс земли составляет: $(+213,6 \text{ м}^3) - 280,6 \text{ м}^3 - 67,0 \text{ м}^3$ - дефицит.

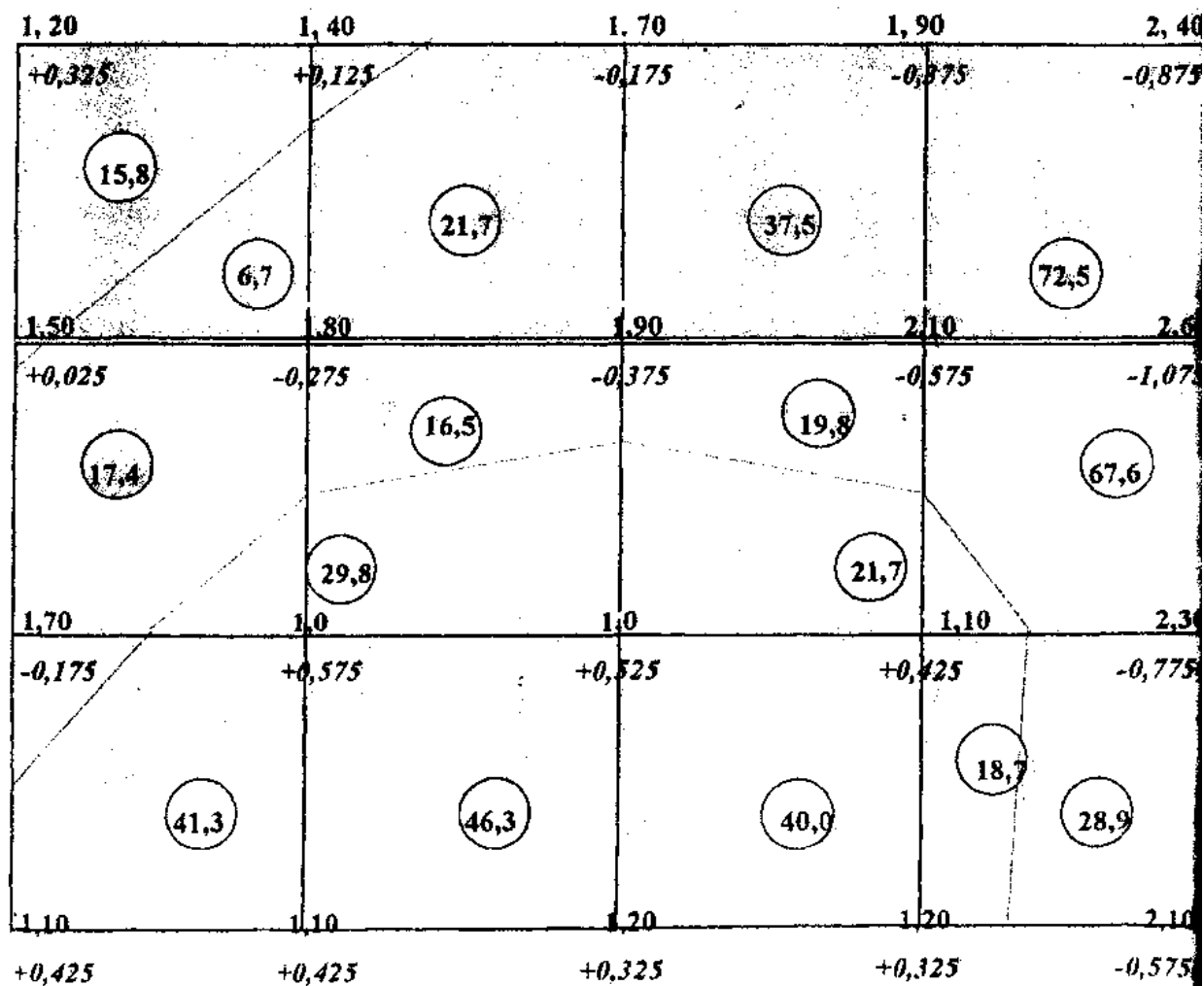


Рисунок 11 - Расчет отметок при планировке поверхности земли

Варианты заданий для расчета

Таблица 23 - Отметки вершин квадратов для расчетов (а - сторона квадрата)

Варианты	1	2	3	4
a = 10 м	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,5	4,6; 4,4; 4,2; 4,0; 4,0; 4,8; 4,7; 4,4; 4,1; 4,0; 5,3; 5,1; 4,9; 4,7; 4,3; 4,5	1,8; 1,4; 2,2; 2,0; 2,0; 2,8; 2,7; 2,4; 2,1; 2,0; 3,3; 3,1; 2,9; 2,7; 2,3; 2,7	8,6; 7,4; 7,2; 8,0; 8,0; 7,8; 7,7; 8,4; 8,1; 8,0; 8,3; 8,1; 7,9; 7,7; 7,3; 7,0
варианты	5	6	7	8
a = 20 м	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,2	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,8	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,6	8,6; 8,4; 8,2; 9,0; 9,0; 8,8; 8,7; 9,4; 10; 10; 8,3; 9,1; 9,9; 9,7; 9,3; 9,4

Варианты	1	2	3	4
варианты	9	10	11	12
a = 10 м	3,3; 3,4; 3,8; 4,0; 4,6; 3,8; 3,9; 4,4; 5,1; 5,6; 3,9; 4,1; 4,9; 5,7; 6,3; 7,0	2,6; 1,4; 3,2; 3,0; 3,0; 2,8; 1,7; 1,4; 1,4; 1,3; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,6	7,6; 7,4; 8,2; 8,0; 8,0; 8,8; 8,7; 8,4; 8,1; 8,0; 7,3; 7,1; 7,9; 7,7; 7,3; 7,9	1,1; 1,2; 1,4; 2,0; 2,2; 1,2; 1,4; 1,5; 1,7; 1,8; 1,3; 1,6; 1,9; 1,9; 1,9, 2,2
варианты	13	14	15	16
a = 20 м	6,6; 6,4; 6,2; 6,1; 6,0; 6,8; 6,7; 6,4; 6,1; 6,0; 6,3; 7,1; 6,9; 6,7; 7,3; 6,1	9,6; 8,4; 8,2; 9,0; 9,2; 9,8; 8,7; 8,4; 9,1; 9,0; 9,3; 9,1; 8,9; 8,7; 9,3; 8,5	7,6; 7,4; 7,2; 7,0; 7,0; 7,8; 7,7; 7,4; 7,1; 7,0; 8,3; 8,5; 8,9; 8,7; 9,3; 9,5	5,2; 6,4; 6,2; 6,0; 5,6; 5,8; 6,7; 6,4; 6,1; 6,0; 6,3; 7,1; 6,9; 6,7; 7,3, 8,2

Таблица 24 - Расчет объемов земляных масс при вертикальной планировке (для заполнения)

Номера квадратов или их частей	Рабочие отметки в углах сетки (по часовой стрелке)				Средняя отметка фигуры, h_{cp}	Площадь фигуры F, м ²		Объем работ в фигуре, м ³	
	h_1	h_2	h_3	h_4		выемка	насыпь	выемка V_B	насыпь V_H
1									
2									
3									
3									
4									
4									
5									
и т. д.									
Итого объем грунта в выемке/насыпи									
Сумма объемов планировки в плотном теле, V_{Π}									
Итого объем грунта в плотном теле, $V_B - V_H$									

Контрольные вопросы:

1. С какой целью выполняется планировка поверхности земли?
2. Как вычисляют среднюю и рабочие отметки из данных?
3. Для чего определяют линию нулевых работ?
4. На основе каких измерений вычисляют объемы земляных работ?
5. Что такое землеустроительный проект?
6. Назовите основные части землеустроительного проекта.
7. Что такое авторский надзор?

2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Общие требования безопасности

1.1. К работе в специализированных лабораториях допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда.

1.2. Лица, допущенные к работе в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

1.3. При работе в учебной аудитории (лаборатории) возможно воздействие на работающих опасных производственных факторов.

1.4. В учебной аудитории (лаборатории) должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

1.5. Лаборанты и преподаватели обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, пожарные выходы.

1.6. О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить преподавателю, зав. лабораториями, начальнику службы ОТ, директору института.

1.7. При получении травмы немедленно оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом зав. лабораториями, начальнику службы ОТ, директору института. При необходимости отправить пострадавшего в лечебное учреждение.

1.8. В процессе работы преподаватели и лаборанты должны соблюдать правила ношения спецодежды, пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

1.9. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкций по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний и норм и правил охраны труда.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Подготовить к работе и проверить исправность оборудования, приборов, убедиться в их целостности.

2.2. Убедиться в наличии и целостности заземления у приборов.

2.3. Проветрить помещение лаборатории.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Работать в помещении лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.

3.2. Во время работы в лаборатории требуется соблюдать чистоту, порядок и правила охраны труда.

3.3. Работа должна быть организована так, чтобы во время длительных операций одновременно можно было выполнять другую работу.

4. Требования безопасности по окончании работы

4.1. Привести в порядок рабочее место, убрать все химреактивы на свои места в лаборантскую в закрывающиеся на замки шкафы и сейфы.

4.2. Отключить приборы от электрической сети. При отключении из электророзетки не дергать за электрический шнур.

4.3. Проветрить помещение лаборатории.

3 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Основная литература:

1. Мелиорация земель: учебник / А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М. С. Григоров, В. Н. Краснощеков. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 816 с. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212078> (дата обращения: 26.06.2024). — ISBN 978-5-8114-1806-0.

2. Курбанов, С.А. Сельскохозяйственная мелиорация / С.А. Курбанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 208 с. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263069> (дата обращения: 26.06.2024). — ISBN 978-5-507-45270-5.

3. Глухих, М.А. Землеустройство с основами геодезии. Практикум / М.А. Глухих, Н. А. Теличкина. — Изд. 2-е, стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 136 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332672> (дата обращения: 26.06.2024). — ISBN 978-5-507-47147-8.

4. Кирюшин, В.И. Агротехнологии / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 464 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279836> (дата обращения: 26.06.2024). — ISBN 978-5-507-45698-7.

5. Барановская, Е.А. Мелиорация: учеб. пособие для студентов бакалавриата по направлению подгот. 35.03.04 – Агрономия / Е.А. Барановская; Калинингр. гос. техн. ун-т. — Калининград: КГТУ, 2023. — 134 с. — ISBN 978-5-94826-682-4 (в обл.).

6. Барановская, Е.А. Геодезия с основами землеустройства: учеб. пособие для студентов бакалавриата по направлению подгот. 35.03.04 Агрономия / Е.А. Барановская; Калинингр. гос. техн. ун-т. — Калининград: КГТУ, 2024. — 128 с. — ISBN 978-5-94826-698-5 (в обл.).

Дополнительная литература:

1. Сулин, М.А. Кадастр недвижимости и мониторинг земель / М.А. Сулин, Е.Н. Быкова, В.А. Павлова; под редакцией М.А. Сулин. — Изд. 6-е, стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 368 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/349985> (дата обращения: 26.06.2024). — ISBN 978-5-507-47258-1.

2. Ильин, Ю.М. Мелиоративное земледелие / Ю.М. Ильин, С.Б. Цыдыпова, Н.В. Пашинова. — Изд. 2-е, стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 160 с. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Лань: электронно-

библиотечная система [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362936> (дата обращения: 30.09.2024). — ISBN 978-5-507-48770-7.

3. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель: учебник / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин; под ред. А.И. Голованова. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. — 336 с.

4. Дробязко, Д.Л. Инженерная геодезия: краткий тезисный курс: учеб. пособие / Д.Л. Дробязко. — Москва: Русайнс, 2017. — 192 с. [Электронный ресурс] (ЭБС Book.ru).

5. Государственные учётные системы по управлению и развитию территорий Российской Федерации (кадастры, реестры, регистры) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А.П. Сизова. — Москва: КноРус, 2018. — 208 с. [Электронный ресурс] (ЭБС Book.ru).

6. Липски, С.А. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров [Электронный ресурс]: учебник / С.А. Липски, И.И. Гордиенко, К.В. Симонова. — 2-е изд., стер. — Москва: КноРус, 2018. — 430 с. [Электронный ресурс] (ЭБС Book.ru).

7. Варламов, А.А. Земельный кадастр: учебник: в 6 т. / А.А. Варламов. — Москва: КолосС, 2007. — Т. 1: Теоретические основы государственного земельного кадастра. — 2007. — 383 с.

7. Варламов, А.А. Земельный кадастр: учебник: в 6 т. / А.А. Варламов. — Москва: КолосС, 2005. — Т. 2: Управление земельными ресурсами. — 2005. — 527 с.

8. Дубенок, Н.Н. Землеустройство с основами геодезии: учебник / Н.Н. Дубенок, А.С. Шуляк; под ред. Б. Б. Шумакова. — Москва: КолосС, 2002. — 320 с.

9. Кусов, В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэросъемки: учебник / В.С. Кусов. — Изд. 2-е, испр. — Москва: Академия, 2012. — 256 с.

Локальный электронный методический материал

Екатерина Андреевна Барановская

МЕЛИОРАЦИЯ С ОСНОВАМИ ГЕОДЕЗИИ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 5,7. Печ. л. 4,7.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1