

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени императора Петра I»**

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

«Утверждаю»
Проректор по заочному и
дополнительному образованию
В.А. Гулевский
2015 г.



**Дополнительная профессиональная программа повышения
квалификации
«Методика отбора проб почвы. Анализ результатов лабораторных
исследований отобранных проб почвы»**

Форма обучения	Всего часов	Лекции, часов	Практические занятия, часов	Итоговая аттестация – зачёт, часов
Очная	74	42	30	2

Разработчики ДПП:

доктор сельскохозяйственных наук кафедры агрохимии и почвоведения
Стекольников К.Е. 

Воронеж
2015 г

Рассмотрена на заседании кафедры агрохимии и почвоведения
«03» сентября 2015 г.

Протокол № 1

Зав. кафедрой Мязин Н.Г.



Утверждена на заседании методической комиссии ИПКиПК
«10» сентября 2015 г.

Протокол № 8

Председатель метод. комиссии Гулевский В.А.



1. Цели и планируемые результаты обучения

Цель изучения – дать слушателям представления о структуре основных компонентов систем автоматизированного проектирования (САПР) и научить их пользоваться компонентами САПР и прикладными программами инженерного анализа и проектирования в дальнейшей их практической инженерной деятельности, повышение квалификации, приобретение новых компетенций.

Планируемые результаты обучения: использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности. Научить слушателей приёмам практического использования методик отбора почвенных проб и их анализа. Данный курс может рассматриваться как дающий, развивающий и углубляющий общую подготовку с навыками владения современным оборудованием для анализа почвенных образцов, компьютерными технологиями, необходимыми для дальнейшей успешной практической деятельности в сфере агрохимического обслуживания с.-х. производства.

В результате изучения курса *слушатель должен знать:*

- общие принципы отбора почвенных проб для проведения их анализа;
- современные методы, приборы и оборудование для анализа почвенных образцов;
- типовые методы отбора и анализа почвенных проб в агрохимическом обследовании с.-х. угодий.

Слушатель должен уметь:

- самостоятельно выбирать справочную литературу, необходимые отечественные и зарубежные методики отбора почвенных проб и их подготовки к анализу;
- использовать информационные ресурсы для поиска новых методов и методик анализа почвенных образцов;
- самостоятельно обосновывать оптимальные методы анализа почвенных образцов;
- выполнять все виды физических и физико-химических анализов почвенных образцов;
- оформлять полученную информацию с использованием компьютерных технологий в полном соответствии с требованиями стандартов;
- пользоваться прикладными программами.

По окончании изучения курсов слушатель должен обладать следующими **компетенциями:**

- способностью к применению современных методов отбора и анализа почвенных образцов;
- готовностью к применению современных методов в агрохимических исследованиях;
- способностью к применению современных методов отбора и анализа почвенных проб в агрохимическом обслуживании с.-х. производства и его мониторинге.

2. Учебный (тематический) план

Цель: повышение квалификации

Категория слушателей: специалисты агрохимических лабораторий

Срок обучения (час;мес.): 74

Форма обучения: очная

Режим занятий (час в день): 8

Таблица 1 – Учебный план

№ п/п	Наименование разделов	Всего часов	Самост. работа	В том числе:		Форма контроля
				Лек-ции	практ. занят.	
1.	Введение. Методика отбора проб почвы для химического, биологического анализа	4	-	2	2	
2.	Основы определения показателей физических и физико-химических показателей почв	18	-	10	8	
3.	Почвенная влага. Расчёты запасов влаги	6	-	2	4	
4.	Органическое вещество почвы и его значение в плодородии почвы	4		2	2	
5.	Агрохимические показатели почвы	32	-	20	12	
6.	Диагностика обеспеченности элементами питания вегетационного периода	4	-	2	2	
7.	Использование ГИС-технологий при проведении агрохимического обследования почв	4	-	4	-	-
	Зачёт	2	-	-	-	2
	Всего	74	-	42	30	2

3. Содержание ДПП

3.1. Содержание разделов ДПП

Раздел 1. Введение. Методика отбора проб почвы для химического, биологического анализа

Предмет дисциплины. Методики отбора проб, ГОСТы. Структура пробоотбора в зависимости от целей анализа. Пробоподготовка к различным видам анализа почвенных проб. Стандартные методики и схемы пробоподготовки. Необходимое оборудование.

Раздел 2. Основы определения показателей физических и физико-химических показателей почв.

Систематика физических и физико-химических показателей почв. Основные методы определения физических и физико-химических показателей почв. Полевые и лабораторные методы. Методы определения гранулометрического состава почв и грунтов. Типовой метод – Качинского. Методы определения плотности почвы, полевой влагоёмкости, максимальной гигроскопической влажности, влажности устойчивого завядания.

Раздел 3. Почвенная влага. Расчёты запасов влаги

Расчёт запасов продуктивной влаги. Понятие общих запасов и продуктивной влаги. Расчёт поливных доз на орошаемых участках. Принципы работы экспресс-приборов определения влажности и плотности почвы.

Раздел 4. Органическое вещество почвы и его значение в плодородии почвы

Понятие плодородия почвы. Виды плодородия и роль гумуса в его формировании. Методы определения содержания и состава гумуса в почве. Расчёт баланса гумуса и элементов питания в почве.

Раздел 5. Агрохимические показатели почвы

Кислотность почвы. Виды кислотности – актуальная и потенциальная. Щёлочность почвы. Виды щёлочности – актуальная и потенциальная. Буферная способность почв.

Засоление и осолонцевание почв и их диагностика. Анализ водной вытяжки. Мероприятия по предотвращению засоления и осолонцевания. Оценка степени засоления и солонцеватости.

Элементы питания. Значение для растений. Методы определения макроэлементов – азота, фосфора, калия. Оценка обеспеченности макроэлементами с.-х. культур.

Поглотительная способность почв. Виды поглотительной способности почв. Состав обменных катионов и их роль в формировании физико-химических свойств почв. Приёмы регулирования состава поглощённых катионов. Определение подвижной серы в почве и её роль в формировании полноценного зерна.

Раздел 6. Диагностика обеспеченности элементами питания вегетационного периода

Диагностика обеспеченности элементами питания вегетационного периода с применением классических методов и N-тестера. Почвенная, тканевая и листовая диагностика. Диагностика обеспеченности элементами питания по методу Ягодина и Плешакова.

Раздел 7. Использование ГИС-технологий при проведении агрохимического обследования почв

Понятие ГИС-технологий, их возможности и преимущества перед классическими методами агрохимического обследования.

3.2. Перечень тем лекций

Таблица 2- Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч
1	Введение. Методика отбора проб почвы для химического, биологического анализа.	4
2	Основы определения показателей физических и физико-химических показателей почв	4
3	Почвенная влага. Категории почвенной влаги, методы определения.	2
4	Органическое вещество почвы и его значение в плодородии почвы. Методы определения.	2
5	Методы определения физико-химических свойств почв	4
6	Методы определения поглотительной способности почвы, видов поглощения, состава поглощённых оснований.	6
7	Методы определения азота.	4
8	Методы определения фосфора.	4
9	Методы определения калия.	4
10	Методы определения подвижной серы.	2
11	Диагностика обеспеченности элементами питания вегетационного периода.	2
12	Использование ГИС-технологий при проведении агрохимического обследования почв.	4
	Всего	42

3.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 3 - Перечень тем практических занятий

№ п/п	Тема практических занятий	Объём, ч
1	Методика отбора проб почвы для химического, биологического анализа	2
2	Пробоподготовка почвенных образцов	2
3	Схемы и оборудование пробоподготовки почвенных образцов	2
4	Определение гранулометрического состава по методу Качинского	4
5	Определение запасов продуктивной влаги в почве	1
6	Определение плотности и плотности твёрдой фазы почвы	1
7	Определение гумуса по методу Тюрина в модификации Никитина	2
8	Расчёт баланса гумуса и элементов питания	2
9	Определение актуальной, обменной и гидролитической кислотности потенциометрическим методом	2
10	Определение суммы обменных оснований	2
11	Анализ водной вытяжки из почв	2
12	Определение минерального азота	2
13	Методы определения фосфора (Чирикова и Мачигина)	2
14	Методы определения калия (Чирикова и Мачигина)	2
15	Методы определения подвижной серы	2
Всего		30

Цель практических занятий – освоение слушателями компьютерных программ, получение практических навыков работы, отработка навыков конструирования.

Для их проведения имеются компьютерный класс, соответствующее компьютерное оборудование, мультимедийный комплекс. Используются лицензионные программные продукты.

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Требования к квалификации педагогических работников, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Высшее профессиональное образование по направлению «Агрономия» или «Агрохимия и агропочвоведение» и стаж научно-педагогической или практической работы по данному профилю не менее 1 года, а при наличии послевузовского профессионального образования (аспирантура) и учёной степени кандидата (доктора) сельскохозяйственных или биологических наук - стаж научно-педагогической или практической работы в области почвенных и агрохимических исследований не менее 3 лет.

4.2. Требования к материально-техническим условиям

Сайты. Internet:<http://www.apm.ru>

(учебные и демоверсии программ)

apm.ru – НТИЦ АПМ (WinMachine)

ascon.ru – (САПР КОМПАС)

topsystems.ru – комплекс программных продуктов Т - FLEX

Компьютерный класс на 14 рабочих мест.

Мультимедийный комплекс с презентационным оборудованием.

Программное обеспечение – полные лицензионные версии АРМ WinMachine, КОМПАС 3D V12; версии для учебного процесса АРМ Graph, КОМПАС-LT, Т – Flex, AutoCAD, SolidWorks и другие.

4.3. Требования к информационным и учебно-методическим условиям

4.3.1. Основная литература

Таблица 4 – Основная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Изда-тельство	Год издания	Кол-во экземпля-ров
1	Мамонтов В.Г. и др.	Практикум по химии почв: Учебное пособие / В.Г. М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М Мамонтов, А.А. Гладков. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=475296		М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М	2015	
2	Кирюши, В.И.	Агрономическое почво-ведение / 1В.И. Кирюшин Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агрохимия и агропочвоведение»	УМО	С.-Петербург: КВАДРО	2013	13
3	Семендяева Н.В.	Семендяева Н.В. Инструментальные методы исследования почв и растений [Электронный ресурс] / Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулёв [ЭИ] [ЭБС Лань] http://e.lanbook.com		Новосибирск: Изд-во НГАУ	2013	
4	Есаулко А.Н.	Агрохимическое обследо-вание и мониторинг поч-венного плодородия [ЭИ] [ЭБС Знаниум]		Ставро-польский ГАУ	2013	
5	Валова (Копылова), В.Д.	Валова (Копылова), В.Д. Физико-химические мето-ды анализа [Электронный ресурс]: Практикум / В.Д. Вало-ва (Копылова), Л.Т. Абесадзе http://znanium.com		М.: Изда-тельско-торговая корпорац-ия «Дашков и К°»	2012	Электрон-ный ресурс http://znanium.com
6		ГОСТ 17.4.3 04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране почв от загрязне-ния, М., Госстандарт РФ			1985	
7		ГОСТ 17.4.4.02.-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бакте-риологического и гельмин-тологического анализа			1984	

4.3.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Перегончая О.В., Соколова С.А.	Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа	Воронеж, ГАУ	2013
2	Перегончая О.В и др.	Электрохимические и хроматографические методы анализа, часть 1.	Воронеж, ГАУ	2010

4.3.3 Электронные методические пособия

Не предусмотрены

4.3.4. Компьютерные обучающие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	ЛПЗ	ASN-Test	+	-	-
2	ЛПЗ	AbbyFineReader 9.0, Microsoft Office 2013, FinePrint	-	-	+
			-	-	+
			-	-	+
3	ЛПЗ	Statistica 6 Техэксперт	-	+	-
			-	+	-

4.4. Общие требования к организации образовательного процесса

Организация образовательного процесса осуществляется в соответствии с ДПП и расписаниями занятий.

Текущий контроль знаний слушателей проводится в виде тестирования и путем индивидуального опроса по результатам выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях.

5. Итоговая аттестация слушателей

Освоение ДПП завершается обязательной итоговой аттестацией слушателей. Вид итоговой аттестации – зачёт.

Для допуска к зачёту необходимо выполнить весь объём практических занятий.

1.1 Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированной компетенции
Пороговый	Обучающийся воспроизводит тер-мины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.	Не менее 55 % баллов за задания теста.
Продвинутый	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.	Не менее 75 % баллов за задания теста.
Высокий	Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 90 % баллов за задания теста.

Компетенция не сформирована	Менее 55 % баллов за задания теста.
-----------------------------	-------------------------------------

5.2 Допуск к сдаче зачёта

1. Посещение занятий. Допускается один пропуск без предъявления справки.
2. Выполнение домашних заданий.
3. Активное участие в работе на занятиях.

Перечень вопросов для сдачи зачёта

1. Какова масса пробы для анализа образца микрометодом?
2. Чем инструментальные методы отличаются от химических?
3. Каковы преимущества и недостатки инструментальных методов анализа?
4. Какие метрологические характеристики позволяют оценить погрешность результатов анализа?
5. Назовите методы прямых и косвенных измерений.
6. На результаты каких измерений (прямых или косвенных) большое влияние оказывает приборная ошибка?
7. Какие методы спектрального анализа основаны на явлениях светопоглощения и эмиссии света?
8. Сформулируйте основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бэра).
9. Какие факторы влияют на интенсивность света, проходящего через раствор?
10. Дайте определение понятия – молярный коэффициент поглощения.
11. Как определить молярный коэффициент поглощения?
12. Чем фотоколориметры отличаются от спектрофотометров?
13. Какие объекты можно анализировать с помощью фотоколориметров и спектрофотометров?
14. В чём особенности метода атомно-абсорбционного анализа?
15. Какие элементы можно определять атомно-абсорбционным методом?
16. Что происходит с пробой в процессе анализа в пламенной фотометрии?
17. Какие элементы лучше всего определять методом пламенной фотометрии?
18. Назовите способы атомизации проб?
19. Какой способ атомизации обладает наилучшими аналитическими характеристиками?
20. Чем флуоресценция отличается от фосфоресценции?
21. Какие вещества можно определять флуориметрически?
22. Какие методы рентгеновской спектроскопии наиболее применимы на практике?
23. Какие физические явления лежат в основе методов рентгеноструктурного анализа и турбидиметрии?
24. Какие физические явления лежат в основе методов нефелометрии, рефрактометрии и поляриметрии?
25. Какие свойства образца можно исследовать с помощью рентгеноструктурного анализа?
26. В чём различие между турбидиметрией и нефелометрией?
27. Какую область спектра используют при исследовании светорассеивания?
28. Опишите принцип метода рефрактометрии?
29. Какие вещества можно определять с помощью рефрактометрии, поляриметрии?
30. Что понимают под оптической активностью вещества?
31. В чём суть ядерного магнитного резонанса?
32. Почему методы ядерного магнитного резонанса относят к радиоскопическим?
33. Что называют спектром ЯМР?
34. Какую информацию о веществе можно получить по ЯМР-спектрам?
35. В чём состоит принцип ЯМР-томографии? Где он применяется?
36. В чём заключается суть явления электронного парамагнитного резонанса?
37. В какой области исследований применяют электронный парамагнитный резонанс?

38. Как измеряют электродный потенциал?
39. Чем индикаторный электрод отличается от электрода сравнения?
40. Какими электрохимическими характеристиками должен обладать идеально работающий индикаторный электрод?
41. В каких исследованиях используют метод прямой потенциометрии?
42. Достоинства и недостатки ионометрии и потенциометрического анализа.
43. В чём заключается преимущества потенциометрического метода определения конечной точки титрования?
44. Какие электрические характеристики используются в качестве аналитического сигнала в кондуктометрии, кулонометрии, полярографии?
45. Какой из методов, прямая кондуктометрия или кондуктометрическое титрование обладает большей селективностью?
46. Дайте определение понятию – электролиз.
47. Какие параметры поляриметрии используют при характеристике качественного состава раствора и при определении концентрации компонента?
48. В чём особенность амперометрического титрования?
49. Какие задачи исследования можно решать в рамках термогравиметрического анализа?
50. В чём заключаются достоинства и недостатки ферментативных методов анализа?
51. Назовите разновидности ферментативных методов анализа. Где они используются?
52. Что такое изотопы?
53. С помощью каких приборов, можно измерять радиоактивность?
54. В чем особенности радиометрического титрования?
55. Какой принцип лежит в основе масс-спектрометрии?
56. Какие свойства веществ лежат в основе хроматографических методов анализа?
57. На какие группы подразделяют хроматографические методы анализа по механизму взаимодействия сорбата и сорбента?
58. Что такое иониты? В чём заключается процесс ионного обмена?
59. Какие вещества можно разделить с помощью ионообменной хроматографии?
60. Какой принцип разделения лежит в основе осадочной хроматографии?
61. Какие существуют виды хроматографии по способу ввода пробы?
62. Назовите основные узлы хроматографа?
63. В чём разница между газовым, и жидкостным хроматографом?
64. Основные характеристики хроматограммы?
65. Какие детекторы используют в газовых и жидкостных хроматографах?
66. Какие вещества используют в качестве неподвижной фазы в ВЭЖХ?
67. Где применяют хроматографические методы?
68. Назовите неразрушающие методы анализа
69. В чём заключается сущность гравиметрического анализа?
70. В какой области применяют нейтронные влагомеры?

5.3 Тестовые задания

I:

S:

Зависимость оптической плотности от концентрации вещества в растворе называется законом ...

-: Фарадея

-: Снелла

+: Бугера-Ламберта-Бера

-: Нернста

I:

S:

Процесс перевода вещества в атомарное состояние называется...

- : распылением
- : ионизацией
- : эмиссией
- +: атомизацией

I:

S:

Методом фотометрии пламени чаще определяют...

- : анионы кислот
- : катионы водорода
- : катионы тяжёлых металлов
- +: катионы щелочных металлов

I:

S:

В рефрактометрическом анализе концентрация определяемого вещества пропорциональна...

- : оптической плотности
- +: показателю преломления
- : углу вращения плоскости поляризации
- : интенсивности светового потока, возникающего при эмиссии

I:

S:

Метрологическими характеристиками результатов анализа являются:

- : погрешность измерения
- : нормальное распределение Гауса и t-распределение Стьюдента
- : обнаружение промахов
- +: все выше перечисленные признаки

I:

S:

Прямая потенциометрия основана на законе...

- : Фарадея
- : Снелла
- : Бугера-Ламберта-Бера
- +: Нернста

I:

S:

Метод, основанный на измерении электропроводности растворов или расплавов электролитов, называется...

- : спектрометрией
- +: кондуктометрией
- : кулонометрией
- : вольтамперометрией

I:

S:

Метод кулонометрии основан на зависимости количества выделившегося на электродах вещества от ...

- : длины волны излучения
- +: количества электричества
- : показателя преломления
- : потенциала электрода

I:

S:

Аналитическим сигналом при проведении количественного анализа методом полярографии является...

- +: скачок потенциала
- : время электролиза
- : величина предельного тока
- : величина приложенного потенциала

I:

S:

Устройство для непрерывной регистрации концентрации компонентов, выходящих из колонки называется...

- : пирометром
- : ареометром
- : вольтметром
- +: детектором

I:

S:

Основным законом светопоглощения является:

- : закон Авогадро
- +: закон Бугера-Ламберта-Бера
- : закон Менделеева-Клайперона
- : закон Кулона

I:

S:

К эмиссионному спектральному анализу относится:

- : фотоэлектроколориметрия
- +: пламенная фотометрия
- : турбидиметрия
- : рефрактометрия

I:

S:

В агрохимической лаборатории поляриметрический анализ применяют:

- : как метод извлечения подвижных форм тяжёлых металлов из почв
- +: для определения концентрации сахаров в растворах
- : для определения концентрации сульфатов и хлоридов в растворах
- : как метод контроля качества минеральных удобрений

I:

S:

Достоинствами метода потенциометрического титрования являются:

- : отсутствие субъективных ошибок, связанных с наблюдением за изменением окраски индикатора
- : возможность титрования мутных и окрашенных растворов
- : возможность определения нескольких компонентов смеси
- +: все выше перечисленные утверждения

I:

S:

В потенциометрии часто используется электродом сравнения:

- : каломельный
- : стеклянный
- +: хлоридсеребряный
- : хингидронный

I:

S:

Какой из перечисленных методов не относится к инструментальным

- : фотометрия
- +: титриметрия
- : хроматография
- : кондуктометрия

I:

S:

Перевод вещества в атомарное состояние чаще всего осуществляется с использованием...

- : высокого давления
- +: пламени
- : ультразвука
- : радиочастоты

I:

S:

В рефрактометрическом анализе концентрация определяемого вещества пропорциональна...

- : оптической плотности
- : углу вращения плоскости поляризации
- : интенсивности светового потока, возникающего при эмиссии
- +: показателю преломления

I:

S:

В основе нефелометрии лежит измерение...

- : длины волны падающего света
- : плотности раствора
- : интенсивности падающего света
- +: интенсивности светорассеивания

I:

S:

С помощью метода нефелометрии можно определить... крупной частицы

- : заряд
- : состав
- +: размер
- : плотность

I:

S:

При количественном определении веществ методом прямой потенциометрии используется зависимость...

- +: потенциала индикаторного электрода от объёма прилитого титранта
- : силы тока от концентрации определяемого вещества
- : силы тока от потенциала
- : потенциала индикаторного электрода от концентрации определяемого вещества

I:

S:

Прямая потенциометрия основана на законе...

- : Фарадея
- : Снелла
- : Бугера-Ламберта-Бера
- +: Нернста

I:

S:

Метод, основанный на измерении электропроводности растворов или расплавов электролитов, называется...

- : спектрометрией
- +: кондуктометрией
- : кулонометрией
- : вольтамперометрией

I:

S:

Метод кулонометрии основан на зависимости количества выделившегося на электродах вещества от ...

- : длины волны излучения
- +: количества электричества
- : показателя преломления
- : потенциала электрода

I:

S:

Аналитическим сигналом при проведении количественного анализа методом полярографии является...

- +: скачок потенциала
- : время электролиза
- : величина предельного тока
- : величина приложенного потенциала

I:

S:

Для определения глюкозы применяют реакцию её окисления кислородом воздуха, катализируемую ферментом...

- +: глюкозооксидазой
- : холинэстеразой
- : амилазой
- : люциферазой

I:

S:

Явление ядерного магнитного резонанса возникает в результате воздействия на объект волн... спектра

- : ультрафиолетового
- +: радиочастотного
- : рентгеновского
- : инфракрасного

I:

S:

На различной адсорбционной способности веществ основан метод качественного и количественного анализа, который называется...

- +: хроматографией
- : голографией
- : полярографией
- : флюорографией

I:

S:

Хроматографический метод разделения веществ, основанный на различной растворимости осадков компонентов смеси с реагентом на носителе называется... хроматографией

- : вытеснительной
- : ионообменной
- +: осадочной
- : адсорбционной

I:

S:

Устройство для непрерывной регистрации концентрации компонентов, выходящих из колонки называется...

-: пирометром

-: ареометром

-: вольтметром

+: детектором