

Описание материально-технической базы центра «Точка роста», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии и экологии

Материально-техническая база центра «Точка роста» включает в себя цифровые лаборатории, наборы классического оборудования для проведения биологического практикума, в том числе с использованием микроскопов. Учитывая практический опыт применения данного оборудования на уроках биологии и в проектно-исследовательской деятельности, сделан основной акцент на описании цифровых лабораторий и их возможностях. При этом цифровые лаборатории в комплектации «Биология», «Экология», «Физиология» содержат как индивидуальные датчики, так и повторяющиеся (табл. 1). Названия последних в приведённой таблице выделены курсивом. Наличие подобных повторяющихся датчиков расширяет возможности педагога по организации лабораторного практикума.

Таблица 1

Датчики цифровых лабораторий по биологии, экологии и физиологии

№ п/п	Биология	Экология	Физиология
1	<i>Влажности воздуха</i>	<i>Влажности воздуха</i>	Артериального давления
2	<i>Электропроводимости</i>	<i>Электропроводимости</i>	Пульса
3	<i>Освещённости</i>	<i>Освещённости</i>	<i>Освещённости</i>
4	<i>pH</i>	<i>pH</i>	<i>pH</i>
5	<i>Температуры окружающей среды</i>	<i>Температуры окружающей среды</i>	<i>Температуры тела</i>
6		Нитрат-ионов	Частоты дыхания
7		Хлорид-ионов	Ускорения
8		Звука	ЭКГ
9		Влажности почвы	Силы (эргометр)
10		Кислорода	
11		Оптической плотности 525 нм (колориметр)	
12		Оптической плотности 470 нм (колориметр)	
13		Мутности (турбидиметр)	
14		Окси углерода	

Датчики и дополнительные материалы (переходники, чувствительные элементы, методические материалы, зарядное устройство и др.) комплектуются в коробки-чемоданы.



Рис. 1. Цифровая лаборатория

Ниже дана краткая характеристика цифровых датчиков, приведены выявленные на практике технологические особенности применения. Учёт этих особенностей позволит правильно использовать датчики и продлить срок их службы.

В комплекте цифровых лабораторий содержатся мультидатчики и монодатчики.

Мультидатчик по экологии позволяет измерять следующие показатели: водородный показатель водных сред, концентрации нитрат-ионов и хлорид-ионов, электропроводность, влажность, освещённость, температуру окружающей среды, температуру растворов, растворов и твёрдых тел (рис. 2).



Рис. 2. Мультидатчик по экологии. Обозначение разъёмов и технологических отверстий:
 1 — освещённость, 2 — относительная влажность воздуха, 3 — температура окружающей среды, 4 — температура растворов, 5 — нитрат-ионы, 6 — хлорид-ионы, 7 — pH, 8 — электропроводность

Мультидатчик по физиологии позволяет определять артериальное давление, пульс, температуру тела, частоту дыхания, ускорение движения (рис 3).



Рис. 3. Мультидатчик по физиологии. Обозначение разъёмов и технологических отверстий: 1 — температура тела, 2 — пульс, 3 — частота дыхания (надет съёмный мундштук)

СПРАВОЧНИК

Общая характеристика цифровых датчиков

Датчики физических параметров окружающей среды

Датчик влажности воздуха — предназначен для измерения относительной влажности воздуха. Диапазон измерения влажности: от 0 до 100 %. Разрешение по влажности: 0,1 %. Время установления сигнала: 17 с.

Датчик влажности почвы — предназначен для измерения степени увлажнения почвы, выраженной в процентах. Применяется в агроэкологических и сельскохозяйственных исследованиях.



Рис. 4. Датчик влажности почвы

Датчик электропроводимости — предназначен для регистрации и измерения удельной электропроводности жидких сред, в том числе и водных растворов веществ. Применяется при изучении характеристик водных растворов, в том числе почвенных вытяжек.



Рис. 5. Датчики электропроводимости

Датчик освещённости — измеряет уровень освещенности и обладает спектральной чувствительностью близкой к чувствительности человеческого глаза. Диапазон измерения: от 0 до 188 000 лк. Относительная погрешность: 15 %. Диапазон рабочих длин волн: от 350 до 780 нм. Технологические особенности: чувствителен к направлению на источник света.

Датчик температуры окружающей среды — измеряет температуру воздушной среды. Датчик оснащен выносным и герметичным температурным зондом, устойчивым к лабораторным реагентам. Диапазон измерений от -40 до $+180$ °С. Технологические особенности: для получения достоверных данных весь зонд должен находиться в измеряемой среде, в противном случае возникает значительная погрешность из-за теплопередачи по металлическому зонду и рассеивании либо поглощении энергии в том месте, где он не находится в измеряемой среде.

Датчик температуры растворов — измеряет температуру растворов и сыпучих тел. Оснащен выносным и герметичным температурным зондом, устойчивым к лабораторным реагентам (рис. 6). Диапазон измерений от -40 до $+180$ °С. Технологические особенности: для получения достоверных данных весь зонд должен находиться в измеряемой среде, в противном случае возникает значительная погрешность из-за теплопередачи по металлическому зонду и рассеивании либо поглощении энергии в том месте, где он не находится в измеряемой среде.



Рис. 6. Датчик температуры растворов

Датчик температуры термопарный предназначен для измерения температур до 900. Используется при выполнении работ, связанных с измерением температур плавления и разложения веществ, а также для измерения температуры в экзотермических процессах.

Датчик звука — измеряет уровень шумов в окружающей среде и при оценке шумопоглощающих изоляторов. Динамический диапазон: от 30 до 130 дБ. Частотный диапазон: от 50 Гц до 8 кГц. Разрешение: 0,1 дБА (акустические децибелы). Технологические особенности: датчик чувствителен к резким звукам, которые могут дать завышенные результаты измерений.



Рис. 7. Датчик звука

Датчик оптической плотности (колориметр) — предназначен для измерения оптической плотности растворов на заданной длине волны (измеряет количество пропускаемого света через исследуемый раствор при определенной длине волны).

В комплект входят датчики с различной длиной волн полупроводниковых источников света: 465 и 525 нм. Диапазон измерения коэффициента пропускания света: от 0 до 100 %. Разрешение при измерении коэффициента пропускания: 0,1 %. Диапазон измерения оптической плотности: от 0 до 2 D. Разрешение при измерении оптической плотности: 0,01 D. Длина оптического пути кюветы: 10 мм. Объём кюветы: 4 мл. Технологические особенности: требуется хорошо промывать кювету для исследуемого раствора.



Рис. 8. Датчики мутности (слева), оптической плотности на 465 нм (в центре) и 525 нм (справа)

Датчик мутности (турбидиметр) — определяет мутность раствора в инфракрасном диапазоне света на основании измерения интенсивности светового потока рассеянного частицами, взвешенными в контролируемом растворе. Диапазон измерения: от 0 до 200 *NTU* (*Nephelometric Turbidity Units* — нефелометрические единицы мутности). Разрешение: 1 *NTU*. Длина волны источника света: 940 нм. Технологические особенности: требуется хорошо промывать кювету для исследуемого раствора.

Датчики химических параметров окружающей среды

Датчик pH — предназначен для измерения водородного показателя в водных растворах (рис. 9). Диапазон измерения pH: от 0 до 14. Разрешение: 0,01 pH. Диапазон рабочих температур: от 10 до 80 °С. Длина измерительного электрода: 140 мм. Используется для измерения водородного показателя водных растворов, в различных исследованиях объектов окружающей среды.

Технологические особенности:

- 1) стабилизация показаний наступает в течение от 2 до 7 мин (это время одного измерения);
- 2) перед измерением и после него необходимо промывать в дистиллированной воде, чтобы не сбилась калибровка;
- 3) в нижней части электрода находится стеклянный шарик, чувствительный к ударам, что требует осторожности в обращении;
- 4) при хранении обязательно помещать нижнюю часть электрода в специальный бюкс (вставляется через отверстие в крышке бюкса);
- 5) в бюксе всегда должен быть трёхмолярный раствор хлорида натрия, следует заранее позаботиться о запасе раствора, т.к. он немного проливается при извлечении электрода, в сухом бюксе электрод скоро выйдет из строя.

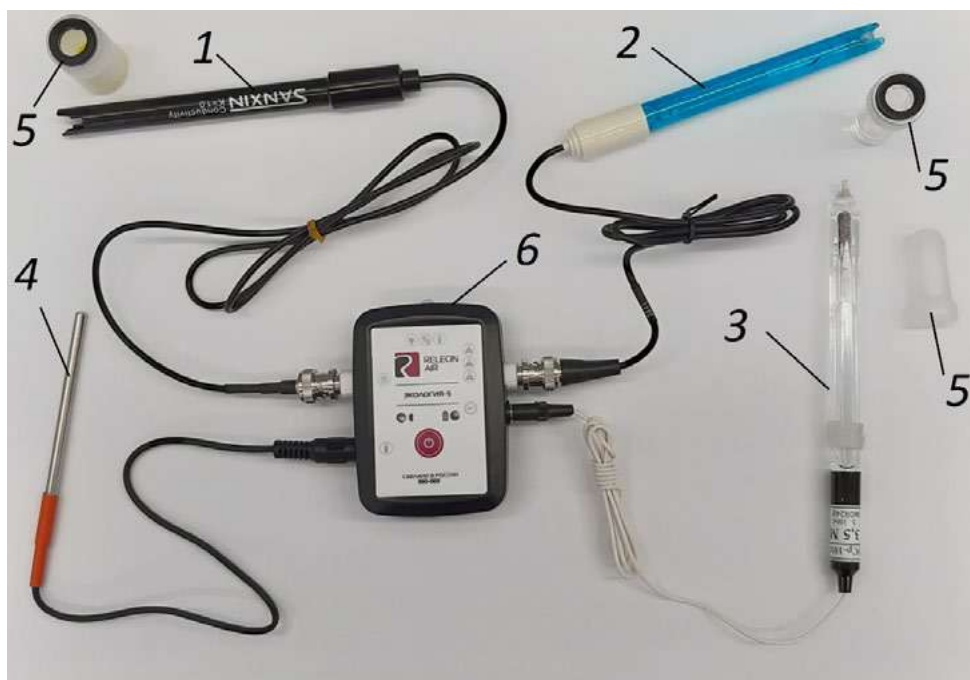


Рис. 9. Снаряженный мультидатчик по экологии

Обозначения: 1 — щуп датчика электропроводимости, 2 — щуп датчика pH, 3 — электрод сравнения, 4 — щуп датчика температуры, 5 — защитные колпачки (сняты)

СПРАВОЧНИК

Датчик нитрат-ионов — позволяет измерять концентрацию нитрат-ионов в исследуемом растворе. Диапазон измерения: от 2×10^{-6} до 0,2 моль/л. Рабочий диапазон pH: от 0 до 12 единиц pH. Технологические особенности: стабилизация показаний наступает в течение от 2 мин. Предназначен для количественного определения нитратов в различных объектах окружающей среды: воде, овощах, фруктах, колбасных изделиях и т.д.

Датчик хлорид-ионов — служит для измерения концентрации ионов хлора в исследуемом растворе. Диапазон измерения: от 10^{-5} до 1 моль/л. Рабочий диапазон pH: от 0 до 12 единиц pH. Длина электрода: 140 мм. Для экологических исследований целесообразно использовать некоторые датчики из других комплектов поставки оборудования. Технологические особенности: стабилизация показаний наступает в течение 7 мин (это время одного измерения). Используется для количественного определения содержания ионов хлора в водных растворах, почве, продуктах питания.

При использовании датчиков нитрат-ионов и хлорид-ионов к специальному разъёму мультидатчика по экологии необходимо подключать ионоселективный электрод (рабочий электрод), а также электрод сравнения (рис. 10).



Рис. 10. Ионоселективный датчик
(присоединены электро хлорид-ионов и электрод сравнения)

Датчик кислорода — предназначен для определения относительной концентрации кислорода в воздухе. Диапазон измерения: от 0 до 100 %. Разрешение: 0,1 %. Технологические особенности: при измерении содержания газа в выдыхаемом воздухе необходимо держать мембрану максимально близко ко рту; восстановление показаний на воздухе происходит через 1—2 минуты (время диффузии через мембрану).

Датчик окиси углерода — измеряет концентрацию монооксида углерода (угарного газа) в окружающей среде. Диапазон измерения: от 0 до 1000 ppm (миллионные доли). Разрешение датчика: 1 ppm. Технологические особенности: при учёте в исследовании ещё и содержания кислорода потребуется пересчет из миллионных долей в проценты для приведения к одной размерности (значение в ppm следует разделить на 10 000).



Рис. 11. Датчики кислорода (слева) и угарного газа (справа)

Датчики физиологических показателей организма человека

Датчик температуры тела — предназначен для непрерывного измерения температуры тела в подмышечной впадине. Оснащён выносным зондом. Диапазон измерения: от 25 до 50 °С. Разрешение датчика: 0,1 °С. Технологическая особенность: для точного измерения в подмышечной впадине должна находиться вся металлическая часть зонда.



Рис. 12. Датчик температуры тела

Датчик артериального давления — позволяет измерять артериальное давление в диапазоне от 0 до 250 мм рт.ст. Разрешение датчика: 0,1 мм рт.ст. Датчик позволяет определить систолическое, диастолическое давление, пульс. В комплект датчика входит специальная манжета с утягивающим механизмом, нагнетатель воздуха с воздушным клапаном и трубка для подключения к датчику. Технологические особенности: необходимо контролировать плотность подключения разъемов, правильность положения манжеты на плече. Воздух из манжеты следует спускать равномерно, медленно, слегка приоткрыв клапан нагнетателя.

Датчик пульса — позволяет непрерывно определять частоту сердечных сокращений. Имеет выносную клипсу, надеваемую на палец исследуемого. Диапазон измерения пульса: от 0 до 250 уд/мин. Разрешение: 1 уд/мин. Технологические особенности: следует контролировать правильность надевания клипсы, т.к. при излишне глубоком надевании она передавливает мелкие кровеносные сосуды пальца, что уменьшает точность измерений.

Датчик частоты дыхания — предназначен для измерения частоты дыхательных движений (циклов «вдох-выдох») за единицу времени. Анализируется количество сокращений грудной клетки и передней брюшной стенки. В комплект датчика входит набор гигиенических насадок, плотно надеваемых на дыхательную трубку. Диапазон измерения: от 0 до 100 циклов/мин. Разрешение: 0,5 цикла/мин.

Датчик ускорения — определяет ускорение движущихся объектов по трем осям координат. Диапазон измерения: от -8 до $+8$ g. Разрешение датчика: 0,004 g.

Датчик ЭКГ — предназначен для измерения электрической активности сердца. Определяет параметры, необходимые для построения электрокардиограммы с помощью специальных одноразовых нательных медицинских электродов, поставляемых в комплекте с датчиком. Технологические особенности: график электрокардиограммы в программном обеспечении строится в одном отведении.

Датчик кистевой силы (эргометр, силомер) — измеряет сжимающее усилие, создаваемое кистью руки. Диапазон измерений: от -50H до $+50\text{H}$ и второй вариант -10H до $+10\text{H}$ (либо в килограммах, граммах). Разрешение: $0,02\text{H}$.

Работа в программном обеспечении *Releon Lite*

В комплекте цифровой лаборатории *Releon* поставляется программное обеспечение ***Releon Lite*** на USB-флеш-накопителе, а также Bluetooth-адаптер для связи регистратора данных с беспроводными датчиками (рис. 13).



Рис. 13. Общий вид USB-флеш-накопителя (внизу) и Bluetooth-адаптера (вверху) *Releon*

Установка ПО *Releon Lite* на регистратор данных с операционной системой *Windows* может осуществляться как с USB-флеш-накопителя, так и с сайта производителя, установка на мобильные телефоны (смартфоны) — только с сайта производителя, ссылка на который приводится в списке источников информации пособия. В последнем случае доступна установка на устройства с платформами *Android* и *iOS*. Порядок установки ПО *Releon Lite* описан в руководстве, которое входит в комплект поставки. Алгоритм работы в программном обеспечении несложен. Графически он представлен на следующей схеме (рис. 14)