

Методические указания

Использование модульной установки-комплекса
для проведения исследований и подготовки
специалистов (бакалавров и магистров
по направлению 111400 «Водные биоресурсы
и аквакультура»)
(препринт-рекомендации)

Российская академия наук
Южный научный центр

Методические указания

**Использование модульной установки-комплекса
для проведения исследований и подготовки специалистов
(бакалавров и магистров по направлению 111400
«Водные биоресурсы и аквакультура»)
(препринт-рекомендации)**

Ростов-на-Дону
2011

Редколлегия:

Академик Г.Г. Матишов (отв. редактор), д.б.н. С.В. Пономарев,
д.б.н. П.А. Балькин, к.б.н. В.А. Лужняк

Пономарева Е.Н., Богатырева М.М., Сорокина М.Н.

Использование модульной установки-комплекса для проведения исследований и подготовки специалистов (бакалавров и магистров по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура»). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – 20 с.

Рассматриваются вопросы использования специальной модульной установки-комплекса для проведения исследований и подготовки специалистов (бакалавров и магистров в области рыбного хозяйства). В рекомендациях обсуждаются вопросы организации учебного процесса, проведения лабораторных и практических занятий по курсу подготовки по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура». Приведен опыт правильной постановки научного эксперимента, снятия показателей и получения стабильного результата при проведении исследований в системе замкнутого водообеспечения.

Издание может представлять интерес для высших учебных заведений, готовящих специалистов по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура», для работников отрасли рыбного хозяйства, рыбоводов, ихтиологов, специалистов, работающих в области сохранения биологического разнообразия, студентов и аспирантов биологических специальностей.

Рекомендации выполнены в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» научно-исследовательские работы по лоту шифр «2011-1.8-518-005» «Проведение исследований с использованием уникальных стендов и установок в области рационального природопользования» по теме: «Разработка научных основ инновационной технологии получения экологически чистого производства рыбной осетровой продукции при использовании модульной установки-комплекса».

Препринт рекомендации утверждены на заседании Президиума ЮНЦ РАН, протокол № 9 от 12 октября 2011 г.

Введение	5
Часть I. Использование установки-модуля для обучения по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура»	6
1. Контроль качества вод.....	6
2. Поведение рыб	8
3. Введение в профессию.....	9
4. Биологические основы рыбоводства	9
5. Искусственное воспроизводство рыб.....	14
6. Индустриальное рыбоводство.....	14
7. Технические средства аквакультуры.....	17
Часть II. Использование модульной установки-комплекса для подготовки магистров по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура».....	18
1. Планирование экспериментов и обработка результатов.....	20
Рекомендуемая и использованная литература	21

Введение

В настоящее время в аквакультуре широко используются промышленные биотехнологии, основанные на новых методах культивирования рыбы при использовании современного технического оборудования.

Культивирование объектов рыбоводства в установках замкнутого водообеспечения предполагает привлечение высококвалифицированных специалистов (рыбоводов), владеющих биотехнологическими методами, обладающих навыками работы на современном оборудовании, которое используется при выращивании гидробионтов.

Согласно новому стандарту подготовки бакалавра должен:

– обладать способностью использовать профессиональные знания ихтиологии, аквакультуры, охраны окружающей среды, рыбохозяйственного и экологического мониторинга и экспертизы, кормления гидробионтов в соответствии с их потребностями в элементах питания;

– знать биологию и особенности промысла объектов рыбоводства и рыбоводства, их экологию; биологическое обоснование методов рыбохозяйственных исследований; значение водных биологических ресурсов для человека; правовые и организационные основы деятельности на рыбохозяйственных водоемах; принципы и процедуры рыбохозяйственной экспертизы и экологического мониторинга; биологические и технологические основы кормления гидробионтов;

– уметь осуществлять контроль состояния рыбохозяйственных водоемов, рационального использования водных биологических ресурсов, качества выращиваемых объектов аквакультуры, параметров среды и технологических процессов;

– владеть методами определения рыб разных систематических групп; методами научных исследований в области водных биоресурсов; навыками акклиматизации, искусственного воспроизводства и товарного выращивания рыб; методами экологического мониторинга и проведения экспертизы.

Проведение практических и лабораторных занятий студентов и магистрантов на модульной установке-комплексе позволит не только освоить новые биотехнические оборудование, но и осуществить научно-экспериментальные работы в период обучения.

Часть I

Использование установки-модуля для обучения по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура»

Перечень дисциплин из учебного плана по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура», которые можно проводить с использованием модульной установки-комплекса:

1. Контроль качества вод (Б.2.2.4) – 8 часов.
2. Поведение рыб (Б.2.2.В.2.1) – 4 часа.
3. Введение в профессию (Б.3.1.2) – 2 часа.
4. Биологические основы рыбоводства (Б.3.1.8) – 10 часов.
5. Искусственное воспроизводство рыб (Б.3.1.13) – 12 часов.
6. Индустриальное рыбоводство (Б.3.1.М.2.2) – 14 часов.
7. Технические средства аквакультуры (Б.3.2.10) – 8 часов.

1. Контроль качества вод – дисциплина базовой части плана подготовки бакалавра.

Для получения навыков по контролю параметров водной среды предполагается проведение 8-часовых лабораторных занятий с использованием системы контроля параметров установки-комплекса.

1.1. Практические занятия по контролю параметров водной среды в бассейнах установки-комплекса замкнутой системы водообеспечения: (температура, кислород, рН среды) – 2 часа.

Студенты знакомятся с оборудованием, фиксирующим основные показатели водной среды, и с приборами, передающими информацию на головной компьютер с помощью датчиков.

Интервал снятия показаний датчиками настраивается от 1 с. Данные записываются и сохраняются на жестком диске компьютера. В каждый рыбопроводный бассейн помещается специальный термодатчик, который передает сигнал по проводу на блок цифрового преобразования данных. От последнего сигнал передается по RS-432 интерфейсу на персональный компьютер, где можно отследить температуру воды в бассейнах и воздуха на дисплее в виде графика.

Контрольно-измерительная система состоит из многофункционального дисплея (сенсорный экран), который в разных режимах выводит информацию о количестве растворенного кислорода, рН и температуре воды в бассейнах, и датчиков, выполненных из антикоррозийного

металла. Информация может быть представлена на дисплее в разных вариантах (списком или в виде графиков). К устройству может быть подключено до 8 датчиков. Кроме того, данное устройство дополнительно может передавать сообщение о неисправности или нарушении гидрологического или гидрохимического режимов на сотовый телефон дежурного рыбовода. Короткий датчик предназначен для измерения кислорода, длинный – для рН. Измерение кислорода проводится люминесцентным датчиком LDO, в отличие от электрохимического он не поглощает кислород во время измерения. Диапазон рабочих температур датчика LDO от 0 °C до +50 °C, диапазон измерения от 0 до 20 мг/л (O_2), или 0–200 % насыщения, корпус выполнен из антикоррозионного покрытия. Каждый из датчиков имеет блок измерения температуры.

1.2. Установка параметров заданного гидрохимического режима. Лабораторная работа – 4 часа.

Студенты проводят занятия по установке заранее заданных показателей в водной среде. Температура регулируется при использовании сплит-систем, кислород при использовании оксигенатора.

Концентратор кислорода – устройство для получения кислорода (85–95 % насыщения воды), производительностью 5 л/мин., принцип работы основан на вибрационно-молекулярной адсорбции. Уровень насыщения воды кислородом достигает 26–30 мг O_2 /л (при отсутствии рыбы), поддерживает количество кислорода при общей биомассе рыбы в бассейне 160 кг на уровне 10–12 мг O_2 /л (при производительности 1,5 л O_2 /мин.).

1.3. Гидрохимические исследования, показатели качества воды. Лабораторная работа – 2 часа.

Студенты изучают методы определения показателей качества воды и особенности их применения. Знакомятся с особенностями отбора проб воды и их консервации. Изучение органолептических показателей воды бассейнов установок-комплекса: цветность, запах, вкус и привкус, мутность, прозрачность, пенность.

2. **Поведение рыб** – дисциплина базовой части плана подготовки бакалавра. Общий объем лабораторных работ – 4 часа.

2.1. Изучение поведения рыб в период выращивания в бассейнах, их распределение в толще воды. Лабораторная работа – 2 часа. Проводится при использовании камеры подводного наблюдения.

Студент в течение занятий фиксирует поведение рыбы в бассейне (на примере разных видов осетровых рыб). Отмечает наибольшие скопления, фиксирует время скопления рыбы, отмечает реакцию на течение. Работа проводится на разновозрастных особях: сеголетках, годовиках, двухлетках русского осетра, стерляди, белуги и гибридных форм осетровых видов рыб.

2.2. Изучение пищевого поведения рыб. Лабораторная работа – 2 часа.

Студенты наблюдают за пищевым поведением осетровых видов рыб, распределяем их в зависимости от поступающего корма. Отмечают реакцию на корм, время потребления кормовых частиц. Фиксируют время кормления, остаток корма и другие особенности при кормлении рыб в бассейнах установок-комплекса.

3. **Введение в профессию** – дисциплина базовой части плана подготовки бакалавра. Общий объем лабораторных работ – 4 часа.

«Введение в профессию» является дисциплиной базовой части профессионального цикла и тесно связана с другими курсами направления «Водные биоресурсы и аквакультура».

При использовании модульной установок-комплекса проводится лабораторная работа – 4 часа.

Студенты знакомятся со структурой и организацией осетровой рыбоводной фермы, объектами рыбоводства, рыбоводным оборудованием и всеми техническими средствами, которые используются на рыбоводных предприятиях индустриального типа. Изучают схему биотехнологического процесса на рыбоводной ферме по выращиванию объектов аквакультуры.

4. **Биологические основы рыбоводства** – базовая дисциплина курса подготовки бакалавра.

Знание биологических основ рыбоводства формируется на базе совокупности биологических дисциплин, в особенности зоологии, гидробиологии, эмбриологии, физиологии и других на протяжении всего курса высшей школы по выбранному направлению.

Дисциплина «Биологические основы рыбоводства» обобщает полученные знания по отношению к будущей профессии. Она является филирующей по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура», раскрывает научно-теоретическую базу биотехники искусственного рыбоводства, повышения рыбопродуктивности водоемов.

Особая роль в дисциплине «Биологические основы рыбоводства» отводится использованию природных адапционных способностей рыб для обоснования биотехники работы с производителями различных видов, получения от них зрелых половых клеток, осеменения, инкубации икры, выдерживания предличинок, подращивания личинок, выраживания молоди, товарной рыбы, интенсификации рыбоводных процессов, акклиматизации рыб и кормовых организмов.

С использованием установок-комплекса проводятся 10 часов лабораторных и практических занятий.

4.1. Лабораторные занятия по изучению способов получения половых продуктов, осеменения и подготовки икры к инкубации на примере осетровых видов рыб – 6 часов.

Студенты изучают способ взятия половых продуктов у осетровых видов рыб, осваивают способ оценки качества половых продуктов, изучают процесс подготовки икры к инкубации.

В настоящее время широко используется метод «надрезания яйцевода» (Подушка, 1986). После созревания самок осетровых рыб производится надрез одного из яйцеводов. Яичники осетровых рыб не имеют собственной полости, и икра после созревания попадает непосредственно в полость тела. Яйцеводы представляют собой две длинные трубки, расположенные в dorzo-латеральных частях брюшной полости. После надреза каудального участка одного из яйцеводов овулировавшая икра может поступать к генитальному отверстию непосредственно из полости тела, минуя яйцеводы. Глубина введения скальпеля в яйцевод зависит от размера рыбы, от одного до нескольких сантиметров. Икра свободно вытекает из генитального отверстия. Надрезание яйцеводов – это довольно простая операция, и выживаемость рыб составляет порядка 100 %. Этот способ широко применяется на многих осетровых хозяйствах.

Студенты знакомятся со способом осеменения икры осетровых рыб и принимают участие в процессе оплодотворения.

Икру осетровых рыб можно осеменять любым способом, однако наиболее эффективным является полусухой. Сначала сливают из таза с икрой полостную жидкость, а затем выливают в него разведенную водой сперму. На 1 кг икры используют 10 см³ спермы, разведенной двумя литрами воды. Разведенную сперму тщательно перемешивают с икрой в течение 3–5 мин., после чего икру 3 раза промывают водой для удаления слизи и спермы.

Студенты знакомятся с процессом обесклеивания икры осетровых рыб и готовят смесь для проведения данного процесса, изучают модернизированное устройство для обесклеивания.

Обесклеивающая суспензия готовится следующим образом: на 10 л воды добавляют тальк или мел – 150–200 г, ил речной – 0,5 л, молоко сухое – 200–250 г, молоко цельное – 2 л. Процесс обесклеивания продолжается в течение 40–45 мин., после этого икру закладывают на инкубацию в специальные аппараты.

4.2. Лабораторные занятия по изучению особенностей эмбрионального, предличиночного, личиночного, малькового периодов развития осетровых рыб – 4 часа.

Студенты изучают особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития осетровых рыб на живом материале. Икру используют из инкубационного аппарата в период инкубации, определяют стадию развития и знакомятся с изменениями, происходящими на данном этапе эмбриогенеза.

В период зародышевого развития от оплодотворения яиц до вылупления зародышей из оболочек, при благоприятных условиях инкубации (нормальной загрузке инкубационного аппарата икрой, достаточной проточности и нормальной для данного вида рыб температуре) в хорошей икре за период инкубации отмирают неоплодотворившиеся (неактивированные и партеногенетически дробящиеся) яйца, а также единичные уродливые зародыши, развившиеся из полиспермных яиц (т.е. яиц, в которые проникли 2 или несколько спермиев). Определение типичности строения зародышей и величина отхода икры в период инкубации позволяют оценить рыбоводное качество данной партии икры, правильность примененного способа осеменения и условий инкубации. Когда в икре большой процент полиспермных яиц и зародышей, следует обратить внимание на условия выдерживания самок до и после инъцирования их суспензией гипофизов, на отбор самок для инъциции.

Личинок используют из бассейнов, взвешивают, измеряют и определяют стадию развития. Делают рисунок стадии развития и изучают особенности строения личинок осетровых видов рыб.

У предличинок в период от их вылупления из оболочек до перехода на активное питание быстро развиваются основные системы органов; предличинки подвижны, растут медленно. В это время они очень чувствительны к качеству воды и дефициту кислорода. При неблагоприятных условиях у них возникают различные нарушения строения, а при

резких изменениях могут погибнуть предличинки, имеющие нормальное строение. Гибель предличинки в период, предшествующий переходу их к жаберному дыханию, обычно связана с дефицитом кислорода, а в период после перехода на активное питание – с аномалиями строения пищеварительной и других систем органов, вызванными влиянием неблагоприятной температуры и загрязнением воды, в которой происходит их развитие. Типичное строение предличинки и небольшой процент их гибели свидетельствуют о том, что они развиваются в благоприятных условиях.

Молодь также измеряют, взвешивают, определяют стадию развития и переход к мальковому периоду жизни.

Таким образом, для того чтобы контролировать качество рыбоводных мероприятий и совершенствовать биотехнику рыбоводства, нужно уметь отличать нормально развивающиеся зародыши от неоплодотворенных яиц (неактивированных и партеногенетически дробящихся), полиспермных и других уродливо развивающихся зародышей, а также нормальных предличинки от уродливых.

5. Искусственное воспроизводство рыб – базовая дисциплина подготовки бакалавра по направлению 111400.

Дисциплина изучает методы восстановления запасов ценных видов рыб в естественных водоемах, биотехнологии выращивания жизнеспособной молоди для выпуска в реки, моря и озера.

С использованием модульной установки-комплекса можно провести лабораторные занятия – 12 часов.

5.1. Лабораторная работа по изучению методов выращивания жизнестойкой молоди осетровых видов рыб – 4 часа.

Студенты изучают методы выращивания различных видов осетровых рыб в бассейнах индустриального типа. Лабораторные занятия проводят с молодь осетровых рыб (стерлядь, русский осетр, белуга, севрюга) перешедшей на активное питание, рассаживают в бассейны при определенной плотности посадки, проводят кормление живыми и искусственными кормами, проводят наблюдения за ростом молоди, отмечают стадии развития и определяют время выпуска в естественный водоем.

5.2. Лабораторная работа по разведению живых кормов для кормления молоди рыб на ранних этапах развития – 4 часа.

Ракообразные являются весьма полноценным кормом для многих видов рыб, выступают в качестве кормовых добавок. На научно-экспедиционной базе ЮНЦ РАН в п. Кагальник предусмотрено культивирование дафний и артемии.

Для выращивания дафний студенты могут использовать аквариум объемом 50 л при определенной температуре воды – 20–24 °С, содержании кислорода – не менее 6 мг/дм³, рН 7,2–8, слабой аэрации и слабом свете не менее 14–16 ч в сутки. Плотность рачков составляет 100–150 шт./л. Ежедневно можно вылавливать 1/3 молоди. Дафний кормят зелеными водорослями рода *Scenedesmus*, которые выращивают в плоскдонных колбах объемом 250 см³ при 12–16-часовом освещении лампами дневного света при температуре от 22 до 25 °С.

Кроме дафний кормом для молоди осетровых рыб служит артемия, полученная в результате проведения инкубации декапсулированных яиц. Лабораторная работа предполагает выращивание артемии в инкубационных аппаратах.

Оптимальными условиями для вылупления науплиусов артемии из покоящихся активированных яиц являются температура 25–27 °С, соленость 30–50 ‰ и высокое содержание кислорода – не менее 6–7 мг/л. Выход науплиусов при этих условиях происходит через 48 часов после закладки яиц в инкубационный аппарат.

5.3. Лабораторная работа по методам учета выращенной молоди в бассейнах – 4 часа.

Учет молоди является важным моментом при выращивании. Студенты могут на практическом занятии изучить методы учета молоди на примере осетровых видов рыб:

– метод прямого учета, при котором вся выращенная молодь учитывается поштучно и записывается в специальный журнал учета;

– метод Улановского (секторный метод), который предполагает выделение в бассейне одного сектора, просчет в секторе всей рыбы и пересчет на всю площадь бассейна;

– метод эталонов, при котором предполагается использовать эталон (емкость, в которой считают всю рыбу), во второй и последующих емкостях рыбу не считают, а определяют ее количество, сравнивая визуально с эталоном.

6. Индустриальное рыбоводство – базовая дисциплина подготовки бакалавра по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура». Ла-

бораторные занятия по этой дисциплине с использованием модульной установки-комплекса могут быть проведены в объеме 12 часов.

К индустриальным относятся предприятия с использованием замкнутой системы водоснабжения направленные на выращивание ценной деликатесной рыбной продукции в полностью контролируемых условиях, с применением современной рыбоводной техники, комбинированных кормов.

6.1. Лабораторная работа по изучению общего устройства установки замкнутого водоснабжения – 6 часов.

Предполагается изучение студентами основных блоков типовой установки замкнутого водоснабжения (рис. 1).

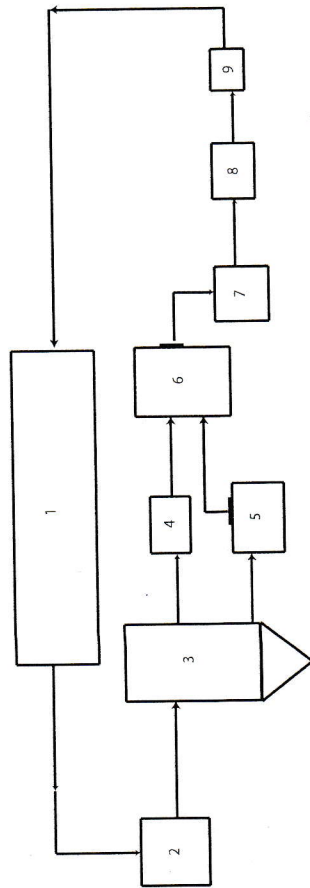


Рис. 1. Общая схема установки

- 1 – рыбоводные емкости; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – блок биологической очистки; 4 – блок регуляции рН; 5 – фильтр тонкой механической очистки; 6 – блок терморегуляции; 7 – бактерицидная установка; 8 – аэратор; 9 – озонатор

Студенты изучают необходимый набор оборудования для промышленных установок с замкнутым циклом водоснабжения, который должен включать:

- рыбоводные бассейны;
- блок механической очистки воды;
- биологический фильтр;
- блок водоподготовки (обеззараживание, регуляция температуры, насыщение воды кислородом).

Изучение оборудования установки замкнутого водоснабжения научно-экспериментальной базы ЮНЦ РАН (рис. 2).

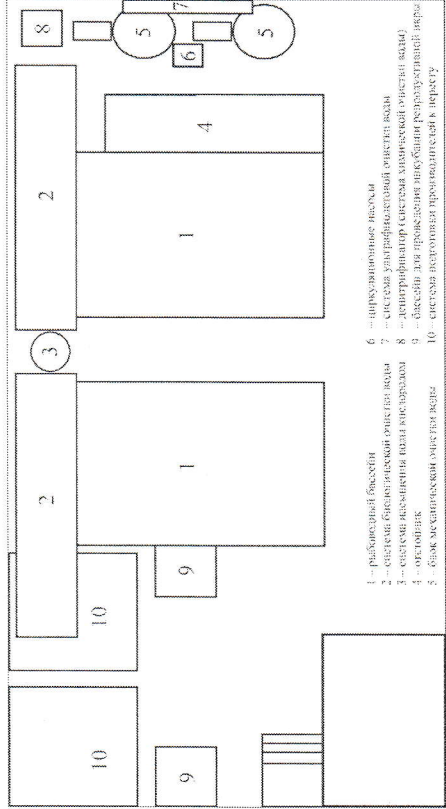


Рис. 2. План расположения оборудования для выращивания рыб в регулируемых условиях

6.2. Лабораторная работа по изучению методов индустриального выращивания осетровых видов рыб в модульной установке – комплекс – 6 часов.

Проводятся занятия по изучению методов выращивания осетровых на разных этапах онтогенеза, выращивание рыб до товарной массы. Студенты знакомятся с различными плотностями посадки в бассейны разной площади. Рассчитываются нормы кормления для рыб разной массы.

На лабораторных занятиях студенты самостоятельно делают расчеты плотности для разных видов осетровых рыб, рассчитывают нормы кормления для разновозрастных рыб.

По заранее заданным параметрам: температура, течение, глубины – делают расчет первоначальной посадки рыбы на единицу площади рыбоводного бассейна.

7. Технические средства аквакультуры – дисциплина вариационной части учебного плана подготовки бакалавра.

Курсом данной дисциплины предусмотрено ознакомление студентов с техническими средствами, обеспечивающими технологические процессы выращивания рыбы.

Для проведения лабораторных занятий на установке-комплексе для студентов по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура» предусмотрено 8 часов.

7.1 Лабораторная работа по изучению технических средств аквакультуры для выращивания осетровых видов рыб в индустриальных условиях – 4 часа.

Предполагается изучение технических средств: пластиковые бассейны разных конструкций и объемов, различные механические фильтры, автономные фильтры и другие сопутствующие средства для бассейнов.

Рыбоводные бассейны, используемые в рыбоводном комплексе, представляют собой емкости из армированного стекловолокном полиэстера, применяемого в пищевой промышленности, с круговым током воды, который создается за счет центрального водослива и боковой подачи воды. Сброс воды осуществляется через центральный сток, открытый сеткой, в трубу, проходящую под дном. В бассейнах имеется приемок для стока и сливное колено для поддержания уровня воды.

Для выращивания рыбы используются бассейны разных размеров: для крупной товарной рыбы бассейны размером $2 \times 2 \times 0,7$ м, подвешенные к главному биофильтру, для молоди – бассейны размером $1 \times 1 \times 0,5$ м с автономными биофильтрами. Для поддержания оптимального гидрокимического режима в бассейнах установлены фильтры Nudor Prime 30 и ENEIM 2217. Водообмен в бассейнах происходит в течение 30 минут. Глубина воды в больших бассейнах составляет 30–35 см, в малых – 20 см.

Дополнительная аэрация и насыщение кислородом воды в рыбоводных емкостях обеспечивается за счет подачи через специальные флейты.

Лабораторная работа по изучению оборудования контроля за параметрами водной среды – 4 часа.

Студенты знакомятся с оборудованием по контролю параметров водной среды. Изучают работу и строение приборной базы, температурные и кислородные датчики. Снимают параметры водной среды на головном компьютере.

Часть II

Использование модульной установки-комплекса для подготовки магистров по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура»

«Водные биоресурсы и аквакультура»

Согласно новому плану подготовки по направлению 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура» область профессиональной деятельности магистра включает:

- оценку экологического состояния и рыбохозяйственного значения естественных и искусственных водоемов;
- определение запасов водных биологических ресурсов, биологических параметров популяций гидробионтов, особенности функционирования водных экосистем, биологической продуктивности водоемов;
- ответственное воспроизводство и товарное выращивание рыб, кормовых и пищевых беспозвоночных, водорослей;
- проектирование рыбоводных предприятий;
- обеспечение экологической безопасности рыбохозяйственных водоемов, гидробионтов, процессов, объектов и продукции аквакультуры, управление качеством выращиваемых объектов;
- менеджмент в рыбном хозяйстве;
- организацию работы на предприятиях и в организациях рыбной отрасли;
- рыбохозяйственный и экологический мониторинг антропогенного воздействия на рыбохозяйственные водоемы, водные биоресурсы;
- надзор за рыбохозяйственной деятельностью, охрану водных биологических ресурсов;
- экологическое и рыбохозяйственное законодательство;
- педагогическую деятельность в учреждениях системы высшего и среднего профессионального образования.

Одним из важнейших видов деятельности магистранта является научно-исследовательская работа.

Установку-комплекс можно использовать для подготовки магистров рыбного хозяйства, для проведения экспериментальных работ для подготовки магистерской диссертации. Развитие способности правильной постановки научного эксперимента при использовании установочного комплекса для содержания и выращивания различных видов рыб в контролируемых условиях является весьма актуальным на современном этапе подготовки высококвалифицированных специалистов в области рыбного хозяйства.

Рекомендуемая и использованная литература

- Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбоводство: учебник. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. 98 с.
- Жигин А.В. Установки с замкнутым водоиспользованием в аквакультуре // Рыбное хозяйство. Серия «Пресноводная аквакультура». 2003. Вып. I. С. 1–68.
- Пономарев С.В., Гамыгин Е.А. и др. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. Астрахань, 2002. 264 с.
- Козлов В.И., Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура. М.: МГУТУ, 2004. 206 с.
- Сабодаш В.М. Рыбоводство. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006. 301 с.
- Магишов Г.Г., Магишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Карникова А.В., Коваленко М.В. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 112 с.
- Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования (направление подготовки 111400 – Водные биоресурсы и аквакультура (Квалификация (степень) выпускника – магистр)). Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 42 с.
- Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования (направление подготовки 111400 – Водные биоресурсы и аквакультура (Квалификация (степень) выпускника – бакалавр)). Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 124 с.

Проведение экспериментов при использовании установок исключает факт сезонности и позволяет планировать научные исследования в течение всего года, что крайне важно для получения достоверных результатов. Емкости установки позволяют проводить эксперименты в 2 и более повторностях, а также проводить и планировать проведение нескольких научных экспериментов одновременно. Объем установки позволяет проводить научные опыты и экспериментальные исследования по нескольким направлениям: ихтиологии, аквакультуре, экологии, физиологии, гиробиологии и гидрохимии.

Учитывая, что в магистратуре проведение научных исследований и опытных работ является обязательным условием, то проведение их в определенной последовательности позволит до окончания магистратуры получить стабильные результаты эксперимента и закончить работу над экспериментальной частью диссертационной работы в течение 2 лет обучения.

Важным при подготовке магистерской диссертации является правильный выбор объекта исследований и этим объектом может являться любой вид рыб: лососевые, осетровые, карповые и другие объекты ихтиофауны южных морей России.

1. Для проведения практических занятий по курсу «**Планирование экспериментов и обработка результатов**» рекомендуется использовать установочный комплекс – 4 часа.

Дисциплина направлена на формирование у студентов видения целостной системы построения научных исследований, овладения стратегией постановки экспериментов и методами обработки результатов.

В результате магистр должен владеть навыками одно- и многофакторного планирования, иметь представление о планировании экспериментов в лабораторных и полупромышленных условиях.

1.2 Лабораторная работа по планированию эксперимента с использованием модульной установочной-комплекса по выращиванию объектов аквакультуры.

Студент выбирает объект для выращивания в индустриальных условиях. Самостоятельно планирует экспериментальную работу. Определяет количество повторностей эксперимента. После проведения опытной работы проводит анализ результатов и их обработку при использовании методов вариационной статистики и дисперсионного анализа.