

FORNECER UM MODELO PARA MEDIR E AUMENTAR A EFICÁCIA DA APRENDIZAGEM EM SISTEMAS EDUCACIONAIS VIRTUAIS (ELETRÔNICOS)

PROPORCIONAR UN MODELO PARA MEDIR Y AUMENTAR LA EFECTIVIDAD DEL APRENDIZAJE EN LOS SISTEMAS EDUCATIVOS VIRTUALES (ELECTRÓNICOS)

PROVIDE A MODEL FOR MEASURING AND INCREASING THE EFFECTIVENESS OF LEARNING IN VIRTUAL (ELECTRONIC) EDUCATION SYSTEMS

Dmitry M. BENIN¹
Pavel A. MIKHEEV²
Vladimir P. BOROVSKOY³

RESUMO: O principal objetivo dos sistemas virtuais ou de e-learning, como os sistemas tradicionais baseados na presença física, é transferir o máximo de conceitos de fontes publicadas, especialmente do professor para o receptor do conhecimento. A melhoria neste processo só é possível com o alcance do objetivo, ou seja, a eficácia do processo de transferência de conhecimento, é medida de forma adequada e válida. Embora diferentes modelos tenham sido propostos para medir a eficácia da educação em sistemas tradicionais, os sistemas de educação novos e virtuais têm diferenças fundamentais com os tipos anteriores que tornam o uso desses modelos inadequado. Neste artigo, considerando as características específicas dos sistemas de e-learning, foi desenvolvido um modelo para medir sua eficácia, enfatizando a medição da aprendizagem em vez da medição da educação. Neste modelo, os fatores que afetam a aprendizagem em sistemas de e-learning são identificados, e uma equação preliminar é derivada para determinar sua relação.

PALAVRAS-CHAVE: E-learning. Sistemas tradicionais. Educação. Sistemas de e-learning.

RESUMEN: *El objetivo principal de los sistemas virtuales o e-learning, al igual que los sistemas tradicionales basados en la presencia física, es transferir el máximo de conceptos de las fuentes publicadas, especialmente del docente al receptor del conocimiento. La mejora en este proceso solo es posible con el logro de la meta, o en otras palabras, la efectividad del proceso de transferencia de conocimiento, se mide de manera adecuada y válida. Aunque se han propuesto diferentes modelos para medir la efectividad de la educación en los sistemas*

¹ FSBI HE RSAU - Academia Agrícola de Moscou em homenagem a K.A. Timiryazev, Moscou – Rússia. PhD em engenharia, Professor Associado, Diretor Interino do Instituto de Melhoria, Gestão da Água e Construção em homenagem a A.N. Kostyakov. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5699-3385>. E-mail: dbenin@rgau-msha.ru.

² RSAU - Academia Agrícola de Moscou em homenagem a K.A. Timiryazev, Moscou – Rússia. Doutor em Engenharia, Professor, Chefe do Departamento de Construção Agrícola e Perícia de Objetos Imobiliários da Instituição Orçamentária de Ensino Superior do Estado Federal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1345-6328>. E-mail: mikheev.pa@gmail.com.

³ FSBEI HE Donskoy SAU – Rússia. PhD em engenharia, Professor Associado, Professor Associado do Departamento de Abastecimento de Água e Uso de Recursos Hídricos, Instituto de Engenharia e Recuperação de Novocherkassk em homenagem a A.K. Kortunov. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8927-3395>. E-mail: vladimbor@mail.ru.

tradicionales, los sistemas de educación nuevos y virtuales tienen diferencias fundamentales con los tipos anteriores que hacen que el uso de esos modelos sea inapropiado. En este artículo, considerando las características específicas de los sistemas de e-learning, se ha desarrollado un modelo para medir su efectividad, enfatizando la medición del aprendizaje en lugar de la medición de la educación. En este modelo se identifican los factores que afectan el aprendizaje en los sistemas de e-learning y se deriva una ecuación preliminar para determinar su relación.

PALABRAS CLAVE: *E-learning. Sistemas tradicionales. Educación. Sistemas de e-learning.*

ABSTRACT: *The main purpose of virtual or e-learning systems, like traditional systems based on physical presence, is to transfer maximum concepts from published sources, especially from the teacher to the recipient of knowledge. Improvement in this process is possible only with the achievement of the goal, or in other words, the effectiveness of the knowledge transfer process, is measured appropriately and validly. Although different models have been proposed to measure the effectiveness of education in traditional systems, new and virtual education systems have fundamental differences with previous types that make the use of those models inappropriate. In this paper, considering the specific features of e-learning systems, a model for measuring their effectiveness has been developed, emphasizing measuring learning rather than measuring education. In this model, the factors affecting learning in e-learning systems are identified, and a preliminary equation is derived to determine their relationship.*

KEYWORDS: *E-learning. Traditional systems. Education. E-learning systems.*

Introdução

Com o crescente avanço dos métodos digitais de ensino, em muitos casos suplantando e complementando os métodos tradicionais, as mais diversas áreas de ensino e pesquisa recebem essas inovações pedagógicas em suas formas de transmissão do conhecimento. A aprendizagem digital possibilitando uma transferência de conhecimento mais rápida e dinâmica em alguns casos, mas também enfrentando algumas dificuldades em outras áreas, como a questão da possível falta da figura do professor, como o ensino presencial. Mesmo assim, os mais diversos nichos de estudo e pesquisa são contemplados e começam a entrar nesse novo ambiente de ensino. Assim, neste artigo, mostra-se um dos vários temas que podem ser contemplados e aprimorados com a inclusão de um sistema de ensino digital eficiente, que colabora além do ensino para o desenvolvimento de pesquisas e comunicação científica.

A preservação dos ecossistemas de fontes de água, incluindo a ictiofauna, sob as condições de uma carga antrópica cada vez maior, manifestada pelo aumento do consumo de água, é um dos problemas agudos do nosso tempo. A prevenção dos peixes jovens nas entradas de água através de uma estrutura de proteção dos peixes está associada à necessidade de desviar os juvenis protegidos (saída dos peixes) para um local seguro, mantendo a sua viabilidade.

Geralmente, uma saída de peixes de uma estrutura de proteção de peixes é um complexo de dispositivos e elementos, incluindo: um portal de entrada; um trato de desvio de peixes (canal, calha); um portal de saída. Se uma seção com uma grande inclinação do terreno ocorrer na rota de um trato de desvio de peixes, uma estrutura de conexão será fornecida.

As soluções de layout e design existentes para sistemas de desvio de peixes são atualmente baseadas no uso de peculiaridades e padrões de comportamento de peixes (PAVLOV; PAKHORUKOV, 1983), bem como na experiência nacional e estrangeira relativa ao projeto e operação de sistemas de desvio de peixes (Protected fish diversion systems from fish protection devices, 1986; MIKHEEV *et al.*, 1997; MIKHEEV; PERELYGIN, 2007; MIKHEEV; PERLYGIN, 2014; LARINIER; TRAVADE, 1999). Ao mesmo tempo, a variedade de características e condições biológicas, hidráulicas, técnicas e de layout têm um impacto significativo na solução bem-sucedida de problemas de movimentação de peixes para um local seguro de uma fonte de água. Deve-se notar que a natureza do movimento do fluxo de saída de peixes dentro do portal de entrada na área entre a tela de proteção (malha, persianas, tambores etc.). Ao mesmo tempo, a solução de layout, o desenho dos elementos, as condições de conjugação do fundo (horizontal ou inclinado), as características de fluxo dentro do portal de entrada devem atender aos requisitos de segurança dos peixes.

Neste sentido, o desenvolvimento de princípios para a seleção de elementos estruturais de desviadores de peixes (saídas) com base nas abordagens e requisitos hidráulicos e biológicos existentes, permitirá evitar erros no seu projeto e perdas de desvio de peixes.

Materiais e métodos

Para desenvolver as principais direções na otimização do projeto para o portal de entrada da piscicultura, são considerados o princípio de funcionamento, características funcionais e possíveis formas de otimização de seus elementos constituintes. A análise subsequente é limitada apenas pelo projeto dos portais de entrada de saídas de peixes por gravidade aberta.

Parte de entrada. A entrada é o elemento funcionalmente mais significativo, que proporciona a eficiência do desvio protegido de peixes devido às propriedades de sucção e envolvimento dos juvenis com o fluxo. Em fluxos abertos, o efeito de sucção (vácuo) se manifesta sob certas condições nas zonas de separação de fluxo e nas correntes de redemoinho.

Seção de recebimento. Via de regra, a seção receptora na unidade divisora de vazão ocupa uma posição intermediária e, quando analisada a vazão em condições de rarefação, pode

ser considerada entre o esquema convencional de captação de água aberta e o esquema de bocal, portanto, esta seção deve ter a menor largura.

Seção de transição. O movimento dos peixes ao longo dos canais (galerias e tubulações) é perigoso para eles, especialmente na seção de transição (inicial) da conjugação com o trato de desvio de peixes, pois a probabilidade de ferimentos nas paredes, saliências etc. com o comprimento e o número de resistências locais aumentando, portanto, as condições hidráulicas e o comprimento das saídas de peixes devem ser ideais.

Resultados e discussão

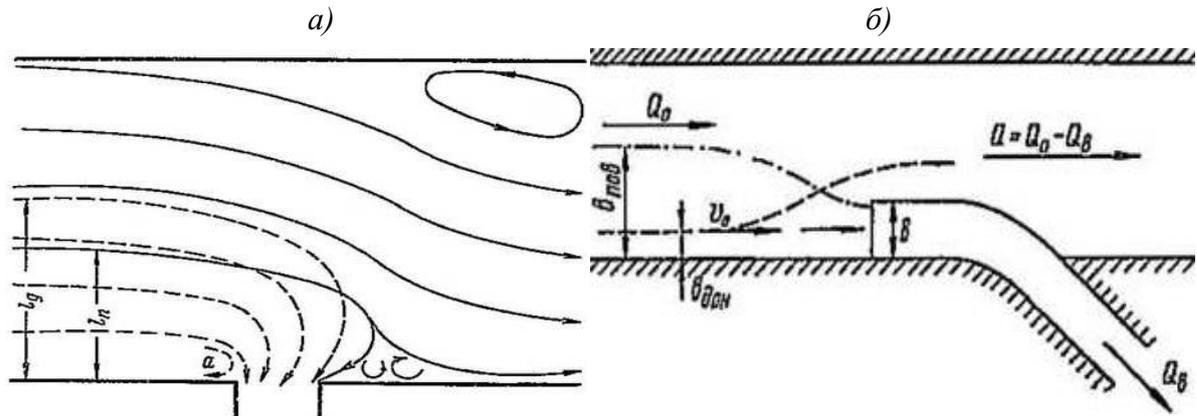
Avaliação das condições na zona de influência do portal de entrada de saída de peixes. A entrada de água na saída de peixes deve ser considerada como uma entrada de água sem barragem, uma vez que a água é drenada por gravidade da câmara de entrada da estrutura de proteção de peixes para a saída de peixes. A saída lateral de água faz mudanças significativas no regime de movimento do fluxo.

Se durante o projeto das tomadas de água, a principal tarefa é combater os sedimentos, a principal tarefa de uma saída de peixes é garantir a segurança do desvio de peixes. O perigo para os peixes é representado pelo aumento da turbulência (grandes gradientes de velocidades transversais, pulsações), a presença de correntes de fluxo separadas com a formação de zonas de circulação, circulação transversal intensa, etc. é sempre preferível a um turbulento. O aprisionamento de sedimentos também é um fenômeno indesejável, uma vez que sua deposição no canal do trato de desvio de peixes altera sua seção transversal, características de fluxo e regime.

Com base nessas posições, são considerados os traços característicos da formação da corrente de fluxo na zona de influência da tomada d'água.

A Figura 1 mostra o caráter de um escoamento plano com as opções de captação de água em ângulo reto com a linha de costa e ao longo da frente de escoamento de aproximação (CHUGAEV, 1978; ZAMARIN. FANDEEV, 1965).

Figura 1 – O esquema de corrente de fluxo na entrada de água de uma fonte de água



a – na saída lateral; b – na entrada dianteira
 Fonte: Elaborado pelos autores

Com uma saída lateral (ver Figura 1, a), antes de entrar na tomada de água no ponto a, cria-se um vórtice com eixo vertical em frente à face de entrada da tomada de água. As linhas de fundo das correntes (linhas tracejadas) são puxadas para esta zona de baixa pressão, que envolve sedimentos de fundo e, conseqüentemente, peixes bênticos, para a entrada de água.

De acordo com V. A. Shaumyan, a zona de captura do jato inferior l_n é maior que a zona de captura do jato de superfície l_g , tvalores herdeiros são determinados pelas seguintes fórmulas

$$l_n = 1,17(k + 0,4)b; \quad l_g = 0,73(k + 0,05)b,$$

Em que b – a largura de saída; $k = q_{outlet}/q_{river}$.

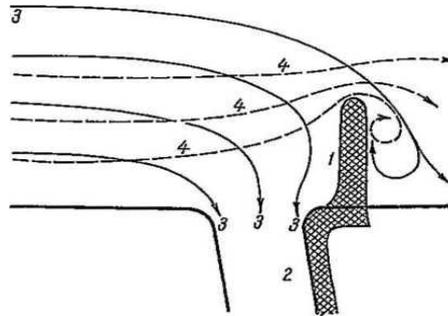
Sabe-se que a largura da zona de captura dos jatos de fundo excede significativamente a largura da zona de captura dos jatos de superfície (sem considerar a largura do rio, profundidade, parcela de desvio de descarga etc.). As tentativas de reduzir a captura de sedimentos de fundo por meio de um limiar na entrada da tomada d'água são ineficazes e, no desvio de peixes, o estabelecimento de limiares não é permitido, pois isso impedirá a passagem de espécies de peixes bentônicos. Com uma frente ampla da tomada d'água, o eixo do vórtice se desloca para a tomada d'água, formando aqui um fluxo circulante.

Na captação frontal de água (Figura 1, b) a captação das camadas inferiores do fluxo é minimizada.

A largura da zona de captura das camadas inferiores do fluxo (b_{bot}) na entrada frontal de água pode ser determinada aproximadamente pela seguinte fórmula (CHUGAEV, 1978; ZAMARIN; FANDEEV, 1965): $b_{bot} = 2(k - 0,5)b$, em que $k = q_{out}/q_{river}$, assim, em $k \leq 0,5$ a captura do fluxo na saída das camadas inferiores é excluída $b_{bot} = 0$.

Para aumentar a pressão, um pequeno esporão de captação de água é instalado em frente à tomada de água (Figura 2), devido ao qual o nível da água no rio antes da entrada da tomada de água aumenta $0,5-0,6$ a partir da altura manométrica $v^2/2g$, em que v – a velocidade média do fluxo do rio próximo à tomada de água.

Figura 2 – Esporão de ingestão de água curto



Legenda: 1 – esporão; 2 – ingestão de água; 3 – jatos de superfície; 4 – jatos inferiores
Fonte: Zamarin e Fandeev (1965)

Com base nas recomendações para o dimensionamento das tomadas de água, conclui-se evidentemente que o tipo de tomada de água frontal é preferível para a concepção do portal de entrada da saída dos peixes, uma vez que proporciona uma captação uniforme (captura) de juvenis em profundidade. Além disso, o tipo frontal de tomada d'água se encaixa harmoniosamente no projeto da estrutura de proteção dos peixes com tela de proteção instalada em ângulo agudo com o fluxo, sendo uma continuação natural da tela - uma espécie de armadilha para peixes.

O design da seção de recepção do portal de entrada da saída de peixes. Um jato plano fluindo de um reservatório para uma calha estreita é comprimido no plano horizontal. O grau de sua compressão em profundidade não será o mesmo - o jato é comprimido mais na superfície (na zona livre de vácuo) do que em profundidade (SCHLICHTING, 1969). Com base nisso, para otimizar a seção de recebimento, utilizaremos o princípio de comparar as condições hidráulicas de operação do portal de entrada da saída dos peixes com as condições hidráulicas dos bicos, enquanto o critério de avaliação do projeto do bico serão as características de vazão que é seguro para peixes, idealmente um fluxo sem vórtice (laminar).

Como se sabe, os bicos externos são divididos em três grupos principais: cilíndricos, cônicos (divergentes e convergentes) e conóides - com as bordas arredondadas na forma de compressão a jato (CHUGAEV, 1978; PATRASHEV, 1953). As características de fluxo dentro do bocal incluem duas partes independentes: a central (axial), onde as partículas de fluido se

movem apenas para frente, e a coaxial, na qual as partículas de fluido circulam. A área mínima da seção transversal livre do fluxo direto na parte central é chamada de seção transversal comprimida.

Um vácuo é formado na parte de entrada do bocal, que expande um pouco a seção comprimida e faz com que a vazão de descarga aumente através do bocal (em comparação com o orifício de parede fina), o coeficiente de fluxo $\mu = 0,82$. Com os bicos com mais de 40-50 diâmetros, o efeito de sucção não compensa o aumento das perdas hidráulicas ao longo do comprimento do bico.

Os bicos convergentes cônicos (usados em bicos de turbinas hidráulicas, monitores de jato etc.) são capazes de proporcionar uma aceleração de fluxo suave, quase irrotacional, até a velocidade máxima na seção comprimida (garganta). O jato que sai do bico convergente possui alta energia cinética específica e velocidade de saída (devido ao pequeno valor da resistência hidráulica), o que possibilita sua utilização para captura de peixes. O coeficiente de descarga atinge seu valor mais alto $\mu = 0,946$ no ângulo igual a $13^{\circ}24' \approx 13,5^{\circ}$ (CHUGAEV, 1978; PATRASHEV, 1953).

Os bicos convergentes cônicos são capazes de fornecer uma aceleração suave, quase irrotacional do fluxo até a velocidade crítica (para peixes) na garganta (que é atribuída de acordo com os requisitos do SP) (SP101.1333.2012 Retaining walls, navigational locks).

Nos bicos cônicos divergentes, a velocidade do jato de fluido na seção comprimida é maior que a velocidade do jato na saída do bico, e a pressão, ao contrário, é menor, pois há vácuo na seção comprimida do bico. O vácuo no bocal divergente é maior que o vácuo no bocal cilíndrico externo e cresce com o aumento do ângulo de conicidade, que deve ser suficientemente pequeno $\theta = 5-7^{\circ}$. A vazão de descarga através de tal bocal é muito maior do que a vazão através do bocal externo e as velocidades de saída são muito menores. Deve-se notar aqui que a expansão do canal é um fato de salvação para os peixes em um espaço estreito, pois reduz a probabilidade de lesões devido ao aumento da área livre. Portanto, é melhor usar uma calha de expansão suave para desviar o peixe da garganta.

O bocal conoidal é delineado pela forma do jato que sai do orifício: a parte de entrada é feita ao longo de uma superfície complexa de dupla curvatura, e a parte de saída tem uma forma cilíndrica, o que elimina a desvantagem do bocal convergente cônico que consiste na compressão do jato de líquido ao sair do bocal, ou seja, a razão de compressão é igual a um no bocal conoidal. Portanto, os coeficientes de velocidade e vazão para este bocal são aproximadamente iguais entre si $\mu = \varphi = 0,97-0,99$ (dependendo da pressão e da qualidade do processamento da superfície interna do bocal).

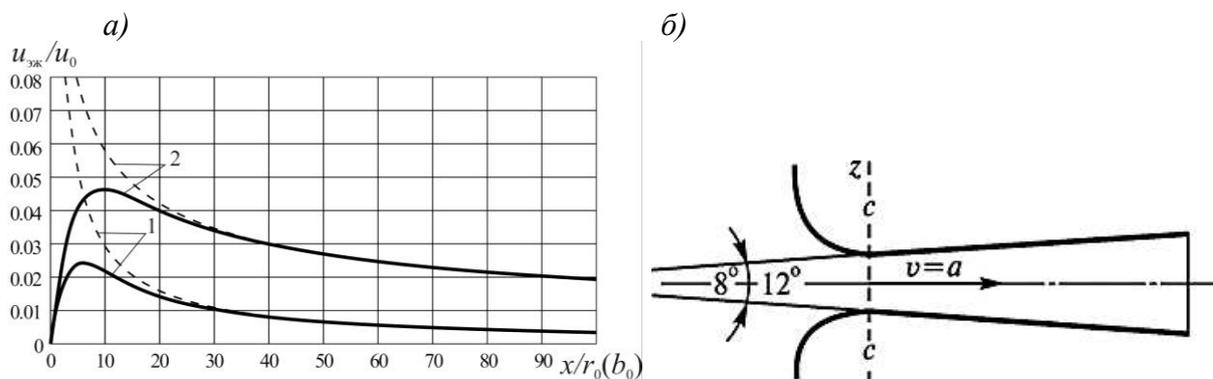
Assim, a base para a otimização do layout e projeto do portal de entrada da saída de peixes é baseada nas características de operação de bicos com simetria axial, em que as condições de segurança dos peixes podem ser criadas pela seguinte combinação de bicos:

- na entrada (para aumentar a capacidade de captação e sucção) - confundidor cônico ou conoidal (para aumentar o rendimento da saída do peixe);
- em uma seção comprimida (garganta) - um bocal cilíndrico;
- na saída (para um desvio suave e seguro dos peixes) - um difusor cônico.

No entanto, ao considerar fluxos de jato plano, é necessário considerar suas características distintas dos axissimétricos, que consistem, em primeiro lugar, na intensidade da expansão do jato, que, por sua vez, afeta a capacidade de ejeção dos jatos. Para comparação, a Figura 3 mostra os padrões gráficos de mudanças na velocidade relativa de ejeção ao longo do comprimento x para rodada (raio do bocal r_0) e plana (largura do furo b_0) jatos na forma da razão da velocidade média do jato (u_0) na seção e a taxa de entrada de fluido da área circundante para o limite externo (u_{ej}) (MIKHEEV; BOROVSKOY, 2015).

Obviamente, a capacidade de ejeção de um jato plano é muito maior que a de um jato axissimétrico, a velocidade máxima de ejeção cai aproximadamente no meio da seção inicial. Em contraste com o jato axissimétrico, o pico do jato curvo plano é deslocado para a direita e a velocidade máxima de ejeção cai na segunda metade da seção inicial. É importante ressaltar que um jato plano, limitado pelas paredes da calha de desvio de peixes, é capaz de criar um vácuo muito maior do que um redondo e, portanto, expande-se muito mais no canal difusor da saída dos peixes.

Figura 3 – Conformidade com a forma do bico combinado com a capacidade de ejeção do jato submerso



a - o gráfico da mudança de velocidade de ejeção ao longo do comprimento do jato hiperbolóide circular (1) e plano (2); *b* - bocal combinado

Fonte: Mikheev e Borovskoy (2015)

Como pode ser visto na Figura 3, a capacidade de ejeção do jato submerso corresponde ao formato combinado do bocal.

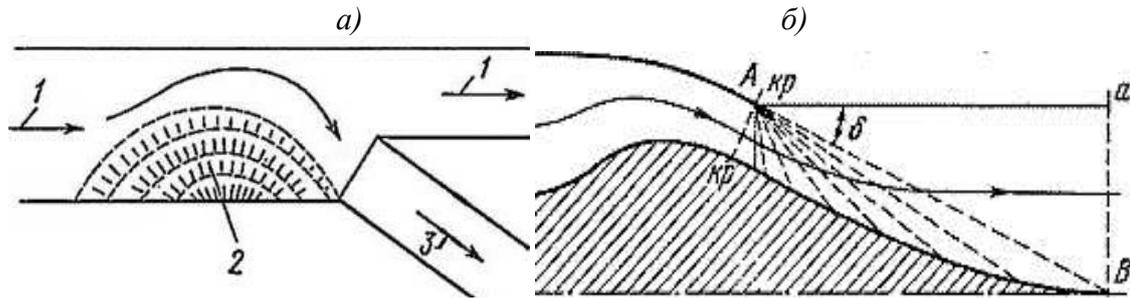
Estimativa das características de fluxo nas seções do portal de entrada. Um fator importante que influencia as condições de saída dos peixes são as características do fluxo, ou seja, o grau de turbulência, que é avaliado pelo critério de Reynolds. Caracteriza indiretamente a segurança do fluxo para os peixes. Os resultados dos experimentos de Reynolds e Gibson mostram (PATRASHEV, 1953; PRANDTL, 2000) que o valor de Re_c é significativamente influenciado pelo sinal do gradiente de velocidade longitudinal, que não é o mesmo nos bicos. Em escoamentos confusores, nos quais a velocidade a jusante aumenta e, portanto, o gradiente de velocidade é positivo, os números de Reynolds críticos são significativamente mais de 10 vezes maiores do que os indicados para tubos cilíndricos, e são tanto maiores quanto maior for o ângulo de conicidade (ângulo de confusão) é. Isto atesta a laminarização do fluxo nos bocais confusores. Ao contrário, em difusores, nos quais a velocidade a jusante diminui e, portanto, o gradiente nomeado é negativo, os números de Reynolds críticos são muito menores do que para seções cilíndricas. Isso é bem ilustrado pelos experimentos de Gibson, nos quais um regime laminar foi observado simultaneamente na parte confusa do escoamento, e regime turbulento - na parte difusora.

A experiência no desenvolvimento de bicos altamente eficientes, incluindo bicos supersônicos (Laval, Stentan, Frankl etc.) estes são a câmara de entrada + confusor; confusor + cilindro; cilindro + difusor; difusor + canal de saída conoidal (trato).

Tais bicos são conhecidos e utilizados para aumentar a vazão tanto de líquidos (para turbinas hidráulicas, bombas, etc.) perfil especial (com estreitamento) para alterar a velocidade do fluxo do gás que passa por ele (PRANDTL, 2000; SAMOILOVICH, 1990). No caso mais simples, o bocal de Laval pode consistir em um par de cones truncados conjugados com extremidades estreitas. Ambas as versões têm muito em comum - todos os elementos (confusor, cilindro, difusor) se fundem suavemente.

Ao projetar uma saída de peixes, é necessário buscar a menor mudança possível no regime de fluxo a montante (câmara de entrada) e a diminuição da velocidade da água antes da saída dos peixes.

Se a localização das aberturas de entrada de água e descarga no fluxo a montante não for bem-sucedida, existe a ameaça de sedimentos ao se aproximar da abertura de entrada de água. Neste caso, o fluxo pode ser grandemente deslocado das aberturas de entrada de água na seção de aproximação por sedimentos depositados, o que é naturalmente indesejável (Figura 4, a) (CHUGAEV, 1978).

Figura 4 – Comprovação da forma da peça de entrada da saída de peixe

a – sedimentação em frente à abertura de entrada de água;
b – um diagrama de bocal ajustável com um corpo central;
 1 - rio; 2 - área de deposição de sedimentos; 3 - entrada de água no canal
 Fonte: Elaborado pelos autores

O ponto de referência para projetar a parte de entrada da saída do peixe é um bocal com um corpo central para regular a descarga do fluxo, cujo diagrama esquemático é mostrado na Figura 4, b (PRANDTL, 2000; LOYTSYANSKY, 1987).

Em tal bocal, o gás flui através de um canal coaxial (entre o corpo central e o invólucro); a seção crítica pode ser regulada pelo movimento longitudinal do corpo central. O fluxo na saída gira para o eixo de simetria, que no projeto da seção receptora corresponde à curva do fluxo em direção à saída do peixe e é uma vantagem deste projeto.

O perfil do corpo central é selecionado de tal forma que no ponto de redução de qualquer característica, a direção do fluxo atrás dele coincida com a direção da parede, a seção crítica e o ponto angular do fluxo estejam localizados no corte de casca. Nesse caso, a expansão do gás é unilateral e a seção crítica é inclinada em relação ao eixo pelo ângulo δ igual ao ângulo de rotação do fluxo de gás em torno do ponto A. O invólucro deve ser paralelo à parede do corpo central na seção crítica do bocal. Isso leva a uma resistência frontal adicional devido às perdas no fluxo externo ao redor da parte convergente da casca. Se os valores calculados do número de Mach ($Ma \leq 2$) são grandes, o corpo central pode ser cônico. No caso de um bocal plano, o contorno do corpo central é a linha de corrente do escoamento Prandtl-Mayer (próximo a um ângulo convexo) com uma linha sônica plana (PRANDTL, 2000). O contorno do corpo central axissimétrico está próximo da linha de fluxo plana. Para condições de desvio de peixes, a vantagem deste bico é que ele combina com o formato do bico combinado e garante uma rotação suave para o desvio de peixes.

O ângulo de desvio do fluxo desempenha um papel significativo nas características do fluxo dentro da saída dos peixes. Tomando o ângulo de desvio do fluxo da tomada d'água, eles se esforçam para obter, possivelmente, uma conjugação mais suave do canal com o rio, caso contrário, se houver velocidades suficientemente altas no rio, a probabilidade de ocorrência de

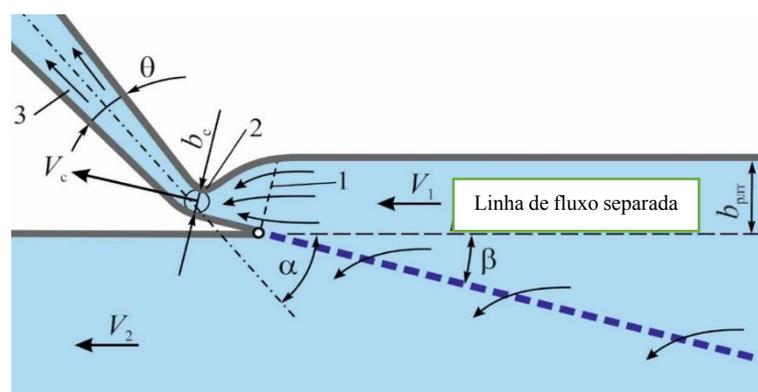
extensa zona de redemoinho, compressão lateral de a vazão, a entrada desigual e a redução da descarga de água aumentam.

Para tomadas de água laterais sem barragem, o ângulo de desvio do fluxo é atribuído dentro da faixa $\alpha_{po} = 35-75^\circ$, ângulos grandes (até 90°) são feitos sob condições topográficas apropriadas e tomadas de descarga de fluxo de água relativamente baixas, e o projeto de tomadas de água se torna muito mais complicado nos ângulos inferiores a 35° (CHUGAEV, 1978). Em relação às condições de desvio de peixes avaliam, em primeiro lugar, a circulação transversal do fluxo que surge na curva e afeta a distribuição dos juvenis na seção transversal. No curso do estudo dos portais de entrada dos canais de desova de passagem de peixes (BOROVSKOY, 1990), descobriu-se que o ângulo ideal para atração de peixes é $\alpha_{po} \approx 36^\circ$, em que a circulação transversal cobre toda a seção transversal no fluxo atraindo peixes.

Em condições reais, o ângulo de desvio é tomado considerando o layout geral das instalações de captação de água, o terreno, a localização do portal de saída a jusante como parte do nó da estrutura (em relação ao RZS, a seção da barragem), o comprimento do trato, etc.

A complexa análise realizada possibilitou propor um diagrama esquemático da disposição dos principais elementos (Figura 5) da cabeça de sucção de saída de pescado capaz de fornecer condições ótimas para o desvio seguro dos peixes (BOROVSKOY; TERNOVOY, 2021).

Figura 5 – Diagrama de layout esquemático dos principais elementos do portal de entrada de saída de peixe aberto

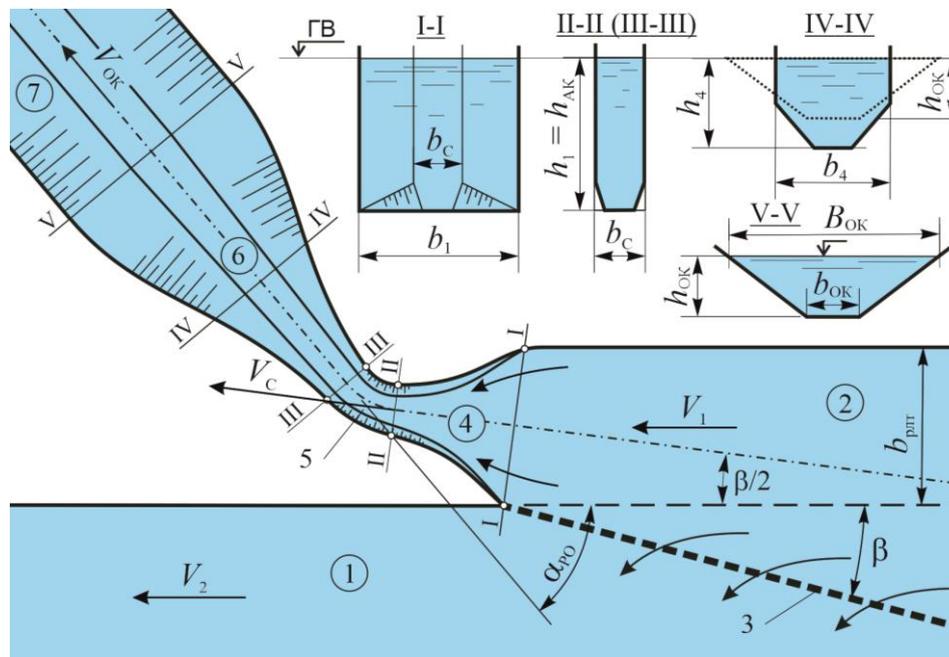


1 – seção de entrada; 2 – seção Crítica; 3 – seção de transição

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base na análise, é proposto um diagrama da solução layout-constructiva do portal de entrada de uma saída de peixes por gravidade aberta (Figura 6),

Figura 6 – Layout e solução construtiva do portal de entrada da saída de peixes por gravidade aberta



I-I – V-V – seções transversais do portal de entrada;

1 – fonte de água; 2 – câmara de entrada da estrutura de proteção de peixes; 3 – tela protetora; 4 – área de entrada; 5 – área de recepção; 6 – área de transição; 7 – área de desvio de peixes

Fonte: Elaborado pelos autores

Tecnicamente, o portal inclui a sequência dos seguintes elementos:

- parte de entrada (área de entrada) na forma de uma câmara de entrada estreita com fundo horizontal;

- área de recepção (garganta) na forma de uma calha prismática estreita;

- área de transição em forma de chute com profundidade e largura variáveis.

A transformação da seção transversal do portal de entrada da saída do peixe é representada por seções transversais de I-I para V-V (ver Figura 6). A principal condição para um fluxo contínuo na área de transição (acasalamento) é a observância da linearidade da mudança em relação ao seu diâmetro hidráulico no ângulo de conicidade ótimo θ_{opt} .

Conclusões

Os princípios de otimização do projeto do portal de entrada de saídas de peixes por gravidade aberta baseiam-se em um conjunto de regularidades básicas sequenciais da divisão planejada de fluxo, nas características de operação de bocais com simetria axial, nas especificidades das condições para a formação das características de fluxo em as seções do portal de entrada, que construtivamente permite fornecer condições hidráulicas seguras para a transferência de peixes protegidos para uma fonte de água, mantendo sua viabilidade.

REFERENCES

BOROVSKOY, V. P. **Inlet portals of fish passages and fish passage-spawning canals.**

Abstract from the thesis by PhD in engineering. - Novocherkassk, 1990. 28 p.

BOROVSKOY, V. P.; TERNOVOY, A. N. Optimization of the entrance part of the gravity fish outlet of the fish protection structure of the water intake. Melioration as a driver of AIC modernization in the context of climate change. *In: INTERN. SCIENTIFIC-PRACTICAL INTERNET CONFERENCE, 2., 2021, Novocherkassk. Proceedings [...].* Novocherkassk: Lik, 2021.

CHUGAEV, R. R. **Hydraulic engineering structures.** Spillway dams. Textbook for universities. Moscow: High school, 1978. 352 p.

LARINIER, M.; TRAVADE, F. The development and evaluation of downstream bypasses for juvenile salmonids at small hydroelectric plants in France. *In: ODEH, M. Innovations in fish passage technology.* American Fisheries Society, 1999. p. 25-42.

LOYTSYANSKY, L. G. **Mechanics of liquid and gas.** Textbook for universities. 6. ed. rev. and add. Moscow: Nauka, 1987. 840 p.

MIKHEEV, P. A.; BOROVSKOY, V. P. Theoretical substantiation of vortex structure parameters of free turbulence (Novocherkassk engineer-melior. institute named after A.K. Kortunov, Novocherkassk, Rostov region). *In: Results of Science.* Selected Proceedings of the All-Russian Conference on Science and Technology. Moscow: RAS, 2015. n. 18, 231 p.

MIKHEEV, P. A.; PERELYGIN, A. I. Assessment of the fish protection structure state of the Donskoy main channel for the purpose of reconstruction. **Hydrotechnical construction**, n. 9. p. 41-44, 2007.

MIKHEEV, P. A.; PERELYGIN, A. I. **Fish outlets of hydraulic structures.** Rostov on Don: Phoenix; Novocherkassk FGBEI HPE NSMA, 2014. 265 p.

MIKHEEV, P. A.; SHKURA, V. N.; LYAPOTA, T. L. Diversion of juvenile fish at the fish protection structure of the water intake of the Novocherkasskaya SDPP. Protection and restoration of hydroflora and ichthyofauna. **Proceedings of AVN**, Novocherkassk, n. 1, p. 89-93, 1997.

PATRASHEV, A. N. **Hydromechanics**. Moscow: Naval publishing house, 1953. 720 p.

PAVLOV, D. S.; PAKHORUKOV A. M. **Biological bases of fish protection from falling into water intake facilities**. 2. ed. rev. and add. Moscow: Light and food industry, 1983. 264 p.

PRANDTL, L. **Hydroaeromechanics**. Izhevsk: Research Center "Regular and Chaotic Dynamics", 2000. 576 p.

PROTECTED fish diversion systems from fish protection devices. Melioration and water management. **TsBNTI of the USSR Ministry of Water Resources**, n. 18, p. 9-15, 1986.

SAMOILOVICH, G. S. **Hydrogasdynamics**: A textbook for university students studying the profession of "Turbo building". 2. ed. rev. and add. Moscow: Mashinostroenie, 1990. 384 p.

SCHLICHTING, G. **The boundary layer theory**. Edited by L.G. Loiytsyansky. Moscow: Nauka, 1969. 742 p.

SP101.1333.2012 **Retaining walls, navigational locks, fish passages and fish protection structures**. Updated edition of SNiP 2.06.07-87. rev. Moscow, 2012. Rev. n. 1.

UNITED STATES. Department of the Interior. Fish Protection at Water Diversions. **A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities**. Denver, Colorado, 2006. 429 p.

ZAMARIN, E. A.; FANDEEV, V. V. **Hydraulic engineering structures**. Moscow: Kolos, 1965. 618 p.

Como referenciar este artigo

BENIN, D. M.; MIKHEEV, P. A.; BOROVSKOY, V. P. Fornecer um modelo para medir e aumentar a eficácia da aprendizagem em sistemas educacionais virtuais (eletrônicos). **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 25, n. esp. 6, p. 3622-3636, dez. 2021. e-ISSN:1519-9029. DOI: <https://doi.org/10.22633/rpge.v25iesp.6.16123>

Submetido em: 05/04/2021

Revisões requeridas em: 08/08/2021

Aprovado em: 15/11/2021

Publicado em: 30/12/2021

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.

Revisão, formatação, normalização e tradução.

