

*А.П. Козлов***ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО
ИХТИОФАУНЫ ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОДНЫХ
БАССЕЙНОВ (КАМЧАТКА)**

Семинар № 10

Районы Крайнего Севера являются традиционными горнодобывающими регионами Российской Федерации. Именно здесь находится основное производство никеля, меди, платиноидов, золота, серебра и алмазов.

С точки зрения зоогеографического районирования, перечисленные металлогенические провинции, приурочены к стыку Циркумарктической и Евро-Сибирской подобластей в составе Палеоарктической зоогеографической области распространения пресноводных рыб. Водные объекты территории отличаются относительной видовой бедностью и олиготрофностью. Ведущую роль в функционировании экосистем играют представители семейств Карповые - Cyprinidae, Налимовые - Lotidae, Лососевые - Salmonidae, Хариусовые - Thymallidae, Сиговые - Coregonidae и Щуковые - Esocidae, причем 4 семейства принадлежат отряду Лососеобразных - Salmoniformes. Общность водотоков Арктического побережья и севера Дальнего Востока заключается в том, что здесь массово нерестятся особо ценные с экономической точки зрения проходные катадромные рыбы. В европейской части это семга и кумжа из рода *Salmo*, на Таймыре - арктический голец (*Salvelinus alpinus*), а также омуль (*Coregonus autumnalis*), чир (*Coregonus chir*) и нельма (*Stenodus leucichthys*), на Даль-

нем Востоке - тихоокеанские лососи рода *Oncorhynchus*.

Целью настоящих исследований являлось выделение и оценка факторов, влияющих на изменение условий воспроизводства лососей в водотоках, прилегающих к горнодобывающим предприятиям. В соответствии с целью поставлены основные задачи:

- определить изменение фоновых характеристик гидрологического, гидрохимического, гидробиологического и рыбохозяйственного режима нерестовых рек в районе горных разработок;

- оценить биопродуктивность донных зооценозов и рыбопродуктивность нерестово-нагульных угодий лососей на прилегающих к месторождению подконтрольных участках рек;

- проанализировать колебания численности лососей и их молоди на прилегающих к месторождению участках рек и нерестилищах, в зависимости от объема переработки горной массы и площади нарушенных земель;

- выделить факторы влияющие на количественное и качественное изменение водной биоты в районах горных разработок.

Наиболее благоприятным объектом для решения поставленных выше задач, является Камчатка, которая вместе с акваториями Охотского и Берингова морей, является одним из основных рыбо-

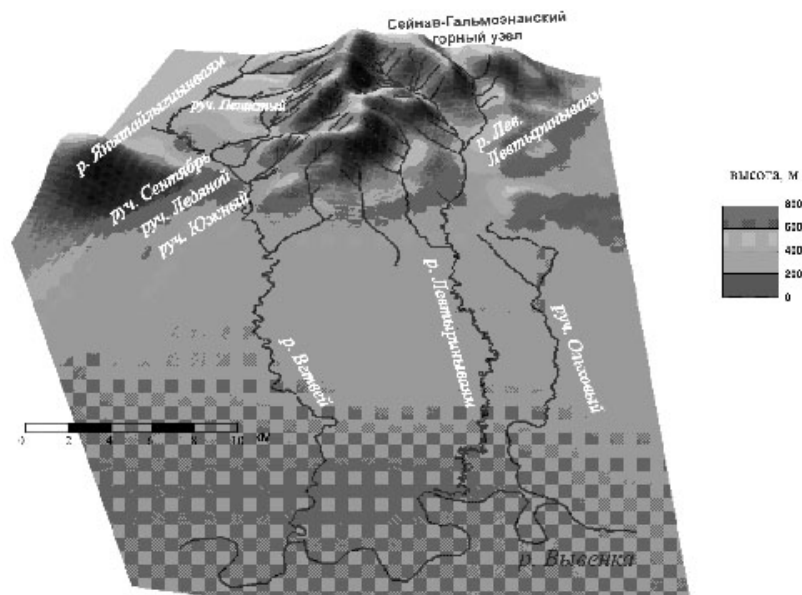


Рис. 1. Орогидрографическая схема района Сейнав-Гальмознанского горного узла (Камчатка)

промысловых районов Российской Федерации. В первую очередь за счёт тихоокеанских лососей, для которых реки полуострова являются естественными нерестилищами.

На севере Камчатки, в бассейне реки Вывенка, относящейся к высокопродуктивному нерестово-вырастному водоёму высшей рыбохозяйственной категории (площадь водосбора 13000 км², длина – 395 км), в течение последних пятнадцати лет производится добыча россыпной платины. В районе горного узла протекают водотоки различных рыбохозяйственных категорий (рис. 1):

- реки Ветвей, Левтыриновская, Янытайлыгинская, Окасовская – высшая рыбохозяйственная категория;

- ручей Пенный, Ветвистый – первая рыбохозяйственная категория;

- ручей Ледяной, Сентябрь – вторая рыбохозяйственная категория.

Площади и объёмы разработки в последние годы постоянно увеличивались, и к 2006 г. общая площадь нарушенных земель составляла 2,94 км², объём переработки горной массы – около 15 млн м³ в год. Суммарная протяжённость руслоотводов – 31,1 км, из них в реках высшей и первой рыбохозяйственных категорий – 23,6 км. В процессе добычных работ (1994 – 2006 гг.), силами ВНИРО и КамчатНИРО, на объекте проводился комплексный эколого-рыбохозяйственный мониторинг, включающий ихтиологическую, гидробиологическую и гидрологическую составляющие.

На момент начала разработок ихтиофауна водотоков Сейнав-Гальмознанского узла включала 11 видов рыб, принадлежащих к трём отрядам – лососеобразные *Salmoniformes*, окунеобраз-

ные *Perciformes* и Трескообразные *Gadiformes*, 6-ти семействам и 7-ми родам. Наиболее массовые виды - тихоокеанские лососи рода *Oncorhynchus*. Из них горбуша *O. Gorbuscha*, кета *O. keta*, нерка *O. nerca*, кижуч *O. kisutch*, и чавыча *O. tshawytscha* имели промысловое значение.

За период с 1993 по 2006 гг. видовой состав рыб перечисленных водотоков претерпел изменения. В бассейне р. Ветвей полностью исчезли из уловов тонкохвостый налим и обыкновенный валец (т.е. видовой состав обеднен на 20 %), произошло существенное изменение соотношения видов в уловах. Так, на фоне снижения численности хариуса и молоди чавычи значительно возросла роль пестрого подкаменщика. В бассейне р. Левтыриновьям исчезли из уловов хариус, колюшка и нерка.

Максимальные подходы, за период добычи платины, наблюдались в 1993, 1995, 2003 и 2005 годах и определялись, прежде всего двухгодичным циклом подходов горбуши, чья доля в общем количестве лососей изменялась в пределах 80-97 %. По площади нерестилищ, в р. Ветвей преобладают нерестилища горбуши (90-95 %), значительно меньше - кеты (9 %) и нерки (2 %), меньше всего нерестилищ кижуча (0,5 %) и чавычи (0,05%). В р. Левтыриновьям площади нерестилищ горбуши, кеты и нерки распределяются примерно в таком же соотношении, как в р. Ветвей – 93,5 %, 11,3 % и 0,7 % соответственно. Чавыча и кижуч в р. Левтыриновьям не воспроизводятся. С учетом среднелетних биологических показателей нерестовый фонд р. Ветвей при его нормальном заполнении может давать до 12,9 тыс. т биомассы лососей всех видов, а р. Левтыриновьям – 1,7 тыс. т, т.е. 7,6 раз меньше.

В последние годы, в рр. Ветвей и Левтыриновьям имеет место масштабное перераспределение нерестовых площадей всех промысловых видов. Уровень рыбопродуктивности водотоков обеспечивается почти исключительно за счет нерестилищ нижнего течения и приустьевых зон. Хотя верховья рек и раньше были не так удобны для нереста лососей из-за значительных уклонов русла, высокой турбулентности и скорости потока, а также крупности частиц донных отложений, среднее течение водотоков в районе современных разработок представляло собой непрерывные нерестилища тихоокеанских лососей. Нижние же участки, где сейчас идет наиболее интенсивный нерест, до начала разработок использовались производителями не так интенсивно из-за естественного преобладания илисто-песчаных фракций на дне. Очевидно, что при этом нарушается оптимальная плотность заполнения нерестилищ, что влечет за собой снижение рыбопродуктивности.

По состоянию на 2006 г. имеется семь полных возвратов всех видов лососей от поколений, испытавших на пресноводном этапе жизненного цикла воздействие полномасштабных горнодобывающих работ, проводимых в бассейнах рр. Ветвей и Левтыриновьям. Учитывая, что изменение численности лососей в многолетнем плане имеет циклическую структуру, для ее анализа были построены разностно-интегральные кривые, при расчете которых использованы максимально продолжительные ряды данных рр. Левтыриновьям, Ветвей и Вывенка с 1987 по 2006 год. Из построений следует, что до 2001 г. направленность колебаний численности в реках в целом совпадала. Начиная с 2001 г. наблюдается общее увеличение заходов производителей в бассейн р. Вы-

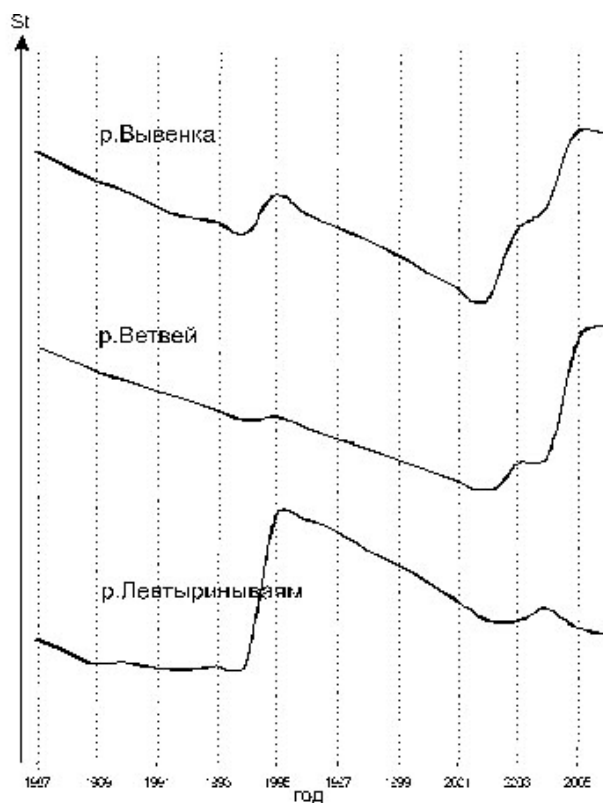


Рис. 2. Динамика численности заходов лососей в рр. Вывенка, Ветвей и Левтыринываям 1987-2006 гг. (S_t - разностно-интегральный показатель)

венка и р. Ветвей, тогда как численность лососей в р. Левтыринываям резко снижается (рис. 2). Такое падение показателей обилия наблюдается на этапе деградации, когда негативные процессы могут приобрести необратимый характер.

Показатели антропогенных изменений сообществ молоди лососей меняются быстрее, чем характеристики стад производителей, воздействие на которых проявляется лишь спустя несколько лет, и отражаются устойчивым упрощением их структуры. Летние обловы 1994–1996 гг. на нескольких контрольных полигонах р. Ветвей показали, что в состав территориальных сообществ молоди входили до 17 возрастно-видовых групп: сеголетки, двухлетки, трехлетки и четырехлетки мальмы и хариуса; сего-

летки, двухлетки и трехлетки кижуча; сеголетки и двухлетки чавычи и нерки; сеголетки кеты и горбуши (единично). Уловы р. Левтыринываям того же периода включали 12 возрастно-видовых групп, в т.ч.: сеголеток, двухлеток, трехлеток и четырехлеток мальмы и хариуса; сеголеток и двухлеток кижуча; сеголеток нерки и кеты. Начиная с 1999 г. на всех контрольных полигонах наблюдалось снижение разнообразия возрастно-видовых групп, а к 2006 г их количество в бассейне р. Вет-

вей сократилось до 10–11, в бассейне р. Левтыринываям – до 4–5.

За период проведения мониторинга, в реках Сейна-Гальмознанского горного узла прослежена динамика изменения структуры сообществ донных организмов, являющихся кормовой базой молоди лососевидных рыб. В р. Левтыринываям тенденция к сокращению общей численности и биомассы бентоса прослеживалась на протяжении всех лет разработки. По мере накопления мелкофракционных осадков количественные показатели бентоса в нижнем течении реки устойчиво сокращались; в 1995, 1997, 2002, 2004 и 2005 гг. его плотность составляла 17.3, 14.8, 6.6, 5.9 и 4 тыс. экз/м², биомасса – 23.3, 22.0, 12.3, 8.6 и 3 г/м². В 2006 году пробы были взяты на другой стадии развития поколения насекомых по сравнению с пре-

дыдущими годами. В результате численность бентоса составляла 11,5 тыс. экз/м² на перекате и 38, 4 тыс. экз/м² на плесе, а биомасса – 1,6 г/м² на плесе и 13,4 г/м² – на перекате. Таким образом, даже на фоне сезонного увеличения численности тренд к снижению биомассы бентоса сохранялся.

В процессе мониторинга, в качестве основных антропогенных изменений в пределах водотоков горного узла выделяются:

1. Нарушения русел нескольких типов, в том числе:

- прямые (строительство руслоотводов, перекапывание берегов; организация переездов и дорог по руслам);

- вторичные (эрозия искусственных русел).

2. Обсыхание участков русел и нарушение водоснабжения нерестилищ грунтовыми водами, вызванные фильтрацией потока в примыкающие карьеры и техногенным изменением стока вод.

3. Изменение мутности водотоков и заиливание русловых отложений, связанные с загрязнением рек тонкодисперсными взвешенными веществами.

При этом, если первые два типа изменений имеют локальное распространение в пределах горного узла, то последнее оказывает негативное воздействие на водную биоту более крупного водотока (р. Вывенка). Может распространяться до устья и морской акватории Тихого океана.

На участках прямых техногенных воздействий (руслоотводы) наблюдается трансформация руслового режима рек. При спрямлении русла, из-за увеличения его уклонов и роста транспортирующей способности потока, происходит активизация горизонтальных и вертикальных деформаций (1). Экологические последствия развития русловых

деформаций в руслоотводах связаны с изменением естественных характеристик русла. В местах выхода коренных пород образующиеся водопады становятся препятствием для миграций рыб. Так, ниже водопада по руслоотводу р. Левтыринываям ($h = 2,5$ м), отмечено скопление гольцов, которые не могли его преодолеть. Проводившийся выше водопада учет численности в 2006 г. показал полное отсутствие рыбы. Ниже по течению, на участке косвенного воздействия, поступление большого количества твердого материала, привело к развитию направленной аккумуляции. Дополнительным источником аккумулярующихся наносов послужил материал, поступающий в русло при размыве толщи коренных пород и стенок руслоотвода.

По мере увеличения площади разрабатываемой территории усиливается влияние карьеров на сток поверхностных вод. Всё большая часть грунтовых вод дренирует и доля подземного питания рек падает. Из-за отложения твердых частиц в грунте и «засорения» путей фильтрации вод, ухудшается гидравлическая связь между русловыми и грунтовыми водами. Все это приводит к формированию обратной гидравлической связи, когда речные воды питают грунтовые горизонты. Соответственно, по мере увеличения разработки, увеличивается протяженность участков реки с отрицательным подземным питанием, что приводит к изменению морфодинамического типа русла в нижнем течении реки. Даже в годы с высокой меженью количество речных рукавов постепенно сокращается, а в маловодные годы русло трансформируется в меандрирующее неразветвленное. Ширина русла в межень на одном из участков ручья Ледяной составляла в естественных условиях

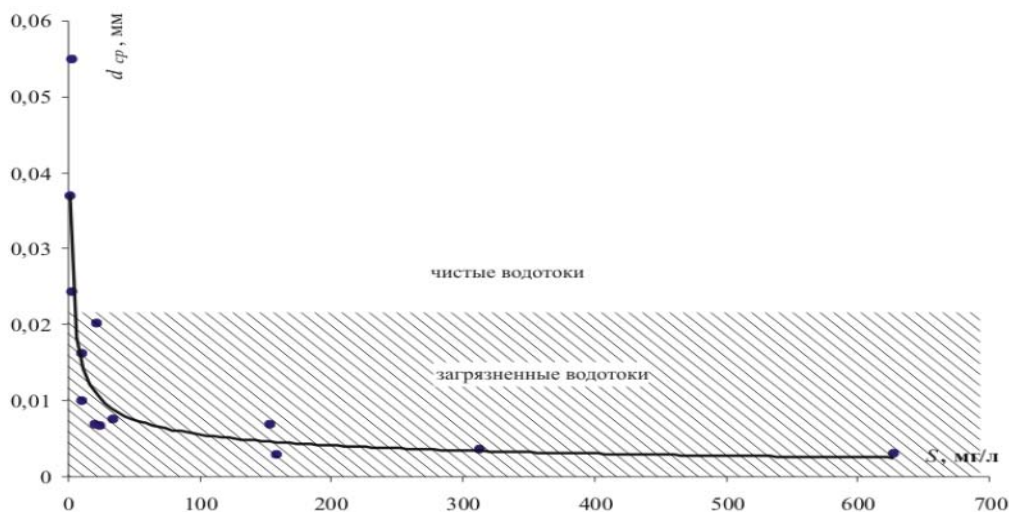


Рис. 3. Зависимость мутности воды S , мг/л от крупности взвеси d , мм

6 м, а в условиях 50 % уменьшения стока воды – 1 м.

Загрязнение твердыми веществами для галечно-валунных полугорных и горных рек района добычи проявляется на трех уровнях: увеличение содержания взвешенных веществ в потоке, изменение гранулометрического состава взвешенных наносов и русловых отложений. Максимальные отклонения от нормы испытывает количество взвешенных веществ в речном потоке. Фоновая мутность водотоков района в межень, при отсутствии осадков, составляет 1 мг/л. В 2004 г., мутность воды в р. Левтыриновьям в период отсутствия атмосферных осадков составляла 3,3 мг/л, в 2005 и 2006 гг. – больше 10 мг/л, в р. Янытайлыгиньям – 15 и 30 мг/л, в р. Ветвей – 2,5 и 8 мг/л соответственно. При выпадении даже небольших осадков мутность увеличивается в десятки раз.

Поступление твердых фракций бассейнового происхождения существенно изменяет гранулометрический состав взвешенных наносов. Детальное исследование

этих характеристик, проведенное на водотоках Сейнава-Гальмознанского горного узла, показало, что происходит существенное уменьшение крупности частиц взвеси. При средней крупности взвесей в чистых водотоках $d_{cp} > 0,02$ мм, крупность взвесей в загрязненных водотоках составляет $d_{cp} = 0,003 - 0,02$ мм (рис. 3). Мелкий размер частиц определяет увеличение транспортирующей способности водотоков и преимущественный вынос взвесей вниз по течению рек без аккумуляции, что ведет к заилению русловых отложений более крупных водотоков.

В процессе исследований был проведен расчет стока наносов рек и выделения в них техногенной составляющей (2). По состоянию на 2006 г. суммарный сток наносов с территории разработки в речную систему р. Вывенки составляет 18946,6 т/год, при этом основную роль играет поверхностный смыв и сброс сточных вод без очистки. В естественных условиях, сток наносов рек Сейнава-Гальмознанского горного

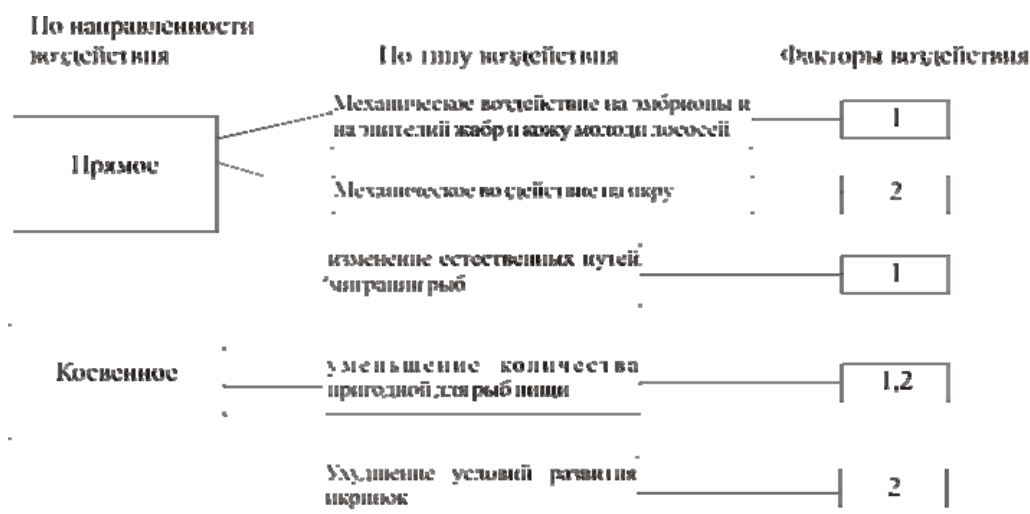


Рис. 4. Типы воздействия взвесей на сообщества рыб и соответствующие им факторы: 1 – содержание взвесей в толще потока; 2 – заиление русла

узла составлял 13 % от суммарного стока реки Вывенка. В настоящее время – 31 %, в котором доля стока техногенного происхождения составляет 45 %. Учитывая данные о выносе всего материала речными потоками за пределы Сейнава-Гальмознанского горного узла, приведенные цифры свидетельствуют о значительном увеличении загрязнении р. Вывенка и распространении зоны воздействия вплоть до его устья.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что основным фактором воздействия разработки россыпных платинометаллических месторождений Сейнава-Гальмознанского узла на ихтиофауну является поступление в водотоки мелкофракционных веществ, перемещаемых в форме взвеси. Уровень их содержания в толще воды во взвешенном состоянии (мутность) и осаждение на дно (заиление русловых отложений) определяют основное техногенное изменение сообществ водных организмов (рис. 4).

В формировании взвеси выделены четыре основных процесса:

- вынос материала из руслоотводов;
- поверхностный смыл с территорий разработки;
- сброс сточных вод без очистки;
- аварийные сбросы технологических вод.

Каждый из них требует разработки специальных методов защиты:

1. Для борьбы с поверхностным смылом необходима ежегодная рекультивация отработанных полигонов. Это позволит минимизировать и потери поверхностного стока вод, объемы которого прямо пропорциональны размерам полигонов. Необходимо приступить к созданию условий для восстановления растительности на полигонах, даже если в дальнейшем планируется их вторичная отработка. В качестве одного из возможных подходов может быть рассмотрена современная технология локального гидропосева.

2. Существующие системы очистки сточных вод (илоотстойники) функционируют с очень низкой эффективностью. Это приводит к практике аварий-

ных сбросов и сбросу неочищенных сточных вод. Для решения этих проблем наиболее эффективным методом решения может стать внедрение акустической технологии безреагентной очистки.

3. Высокая интенсивность эрозии в руслоотводах, может быть уменьшена за

счет внесения корректив в проекты руслоотводных мероприятий.

4. В связи с тем, что основная часть материала техногенного стока наносов формируется вдоль руслоотводов, следует разрабатывать дополнительные противоэрозионные мероприятия прилегающих к ним площадей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеевский Н.И., Сидорчук А.Ю. Ускоренная эрозия в нарушенных горными работами ландшафтах (на примере бассейнов рек Омоля и Яны) // Экологические проблемы эрозии почв и русловых процессов. – М.: изд-во МГУ, 1992. – С. 187-198.

2. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. – М.: Изд-во МГУ, 1990, 304 с.

3. Леман В.Н., Чебанова В.В. Реакция литореофильного зообентоса на изменение гранулометрического состава грунта в метаритрали малой предгорной реки (Юго-Запад Камчатки) // Экология, 2005, Вып. 2. – С. 120-125.

4. Остроумов А.Г. Нерестовое значение рек и озер Камчатской области и Корякского автономного округа (Восточное побережье). П.-К.: Изд-во КамчатНИРО, 1998. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Козлов А.П. – кандидат геолого-минералогических наук, ст. научный сотрудник, ИПКОН РАН.

Рецензент чл.-корр РАН. Д.Р. Каплунов.



**ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

РУКОПИСИ,

1. Леванковский В.И. Особенности современного этапа и проблемы стратегического развития угольной промышленности России (625/05-08 — 04.03.08) 11 с.
2. Беликова Н.В. Программа определения необходимых параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок (626/05-08 — 13.03.08) 7 с.